

Lampaan ternimaito

-Kirjallisuuskatsaus

Aino Förell

Lisensiaatin tutkielma

Helsingin yliopisto

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto

2019



Tiedekunta - Fakultet - Faculty		Osasto - Avdelning – Department	
Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare - Author			
ELK Aino Förell			
Työn nimi - Arbetets titel - Title			
Lampaan ternimaito			
Oppiaine - Läroämne - Subject			
Tuotantoeläinten terveyden- ja sairaanhoidon oppiaine			
Työn laji - Arbetets art - Level		Aika - Datum - Month and year	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages
Kirjallisuuskatsaus		huhtikuu 2019	41 sivua
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Tämän kirjallisuuskatsauksena tehdyn lisensiaatin tutkielman tarkoituksena oli selvittää lampaan ternimaidon koostumusta ja erityisesti ternimaidon immunoglobuliini G:n (IgG) pitoisuuksia. Lisäksi tarkoitus oli selvittää ternimaidon laatuun vaikuttavia tekijöitä, kerätä tietoa ternimaidon analysointimenetelmistä sekä kertoa ternimaidon imeytymisestä karitsolla, vastasyntyneen karitsan passiivisen immunitetin kehittymisestä ja passiivisen immunitetin kehittymisen mahdollisesta epäonnistumisesta.</p> <p>Lampaalla, kuten muillakin märehitjöillä, hallitsevin immunoglobuliini sekä ternimaidossa että maidossa on IgG. Passiivinen immunitetti tarkoittaa ternimaidosta karitsaan uuhelta siirtyneiden immunoglobuliinien antamaa suojaa vastasyntyneelle sekä muiden immuunipuolustusta vahvistavien tekijöiden siirtymistä vastasyntyneelle. Ternimaidolla on tärkeä merkitys passiivisen immunitetin kehittämisessä. Se edistää ruuansulatuskanavan kehittymistä, vaikuttaa endokriiniseen sekä metaboliseen elinjärjestelmään ja tarjoaa tärkeän energianlähteen nuorille karitsolle lämmöntuotannon aloittamiseen sekä hypotermian ennaltaehkäisemiseen. Riittämätön ternimaidon saanti on toiseksi suurin syy karitsakuolleisuuteen synnynäisten energiavarojen hupenemisen jälkeen. Alhainen ternimaidon ja karitsan plasman immunoglobuliinipitoisuus 24 tuntia syntymän jälkeen on liitetty karitsakuolleisuuteen. Tämä korostaa vastasyntyneen karitsan laadukkaan ternimaidon saamisen tärkeyttä.</p> <p>Ternimaidon laatu korreloi suoraan sen sisältämän IgG:n määrän kanssa. Ternimaidon laatuun vaikuttavia tekijöitä lampailla ovat genotyyppi, rotu, utare, uuhun kuntuokka, uuhun ikä ja karitsointikerta, katraan koko, hormonit, ravinto, aika sekä ternimaidon lämpökäsittely.</p> <p>Passiivisen immunitetin muodostumista voidaan arvioida seerumin kokonaisproteiinipitoisuuden perusteella, mikä heijastaa albumiinin sekä gammaglobuliinien määrää. Menetelmä ei kuitenkaan ole kovin spesifinen. Hyvän laboratoriotavan menetelmät ovat parhaimpia menetelmiä IgG-pitoisuuksien mittaamiselle. Näitä hyvän laboratoriotavan menetelmiä ja testejä ovat radiaalinen immunodiffuusio (RID) sekä ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay). Tutkijat ovat kiinnostuneita kapillaarielektroforeesin (CE-menetelmä) mahdollisuuksista lampaan ternimaidon IgG-pitoisuuksien mittaamiseksi. Tutkijoiden mukaan CE-menetelmä tarjoaa uuden, luotettavan, nopeamman ja edullisemman vaihtoehdon ternimaidon IgG-pitoisuuden mittaamiselle.</p> <p>Suomalaiselle lampaanlihalle on kysyntää ja lähiruuan suosio on kasvanut tiedostavien kuluttajien keskuudessa. Suomen lammastaloudessa on kasvupotentiaalia ja laadukkaan ternimaidon takaaminen sekä karitsakuolleisuuden ennaltaehkäisy ovat avaintekijöitä lammastalouden kannattavuudelle.</p>			
Avainsanat - Nyckelord - Keywords			
ternimaito, lammas, uuhi, karitsa, IgG, karitsan passiivinen immunitetti			
Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited			
HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) - Instruktor och ledare - Director and Supervisor(s)			
Työn johtaja: Timo Soveri			
Ohjaaja (vastaava): Eeva Mustonen			
Ohjaaja: Sami Junnikkala			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	2
2.1 Lampaan ternimaidon koostumus	2
2.2 Ternimaidon laatuun vaikuttavat tekijät lampailla	4
2.2.1 Utare	4
2.2.2 Rodun, genotyypin sekä ympäristön vaikutus	4
2.2.3 Kuntoluokka	7
2.2.4 Ikä	9
2.2.5 Karitsointikerta	9
2.2.6 Katraan koko	11
2.2.6 Hormonaaliset tekijät	12
2.2.7 Ravinto	13
2.2.8 Aikatekijät	17
2.2.9 Lämpökäsittelyn vaikutus ternimaidon immunologisiin parametreihin	18
2.3 Ternimaidon laktoferriini	20
2.4 Lampaan ternimaidon tutkimusmenetelmät	20
2.5 Ternimaidon imeytyminen	22
2.6 Vastasyntyneen karitsan immuunisysteemin kehittyminen	24
2.7 Passiivisen immunitetin epäonnistuminen	26
3 POHDINTA	28
4 KIRJALLISUUSLUETTELO	31

1 JOHDANTO

Viimeisten vuosien aikana lammastalous on kasvanut maailmanlaajuisesti, etenkin kehitysmaissa (katsauksessa Lérias ym. 2014). Suomessa lammastilojen lukumäärä vähentyi 2000-luvun alkupuolella, mutta määrä on kääntynyt nousuun vuoden 2010 jälkeen. Vuonna 2017 Suomessa lammastiloja oli noin 600 kpl. Vuonna 2016 Suomeen tuotiin 2,5 miljoonaa kiloa lampaanlihaa ulkomailta, sillä Suomessa tuotetun lampaanlihan määrä ei riitä kattamaan suomalaisten lampaanlihankulutusta (Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK 2018). Suomalaiselle lampaanlihalle on kysyntää. Tuotannon kasvattaminen edellyttää muun muassa hyvinvoivia karitsoja sekä karitsakuolleisuuden ennaltaehkäisyä, mitkä edellyttävät laadukasta ternimaitoa.

Tutkielman tavoitteena on selvittää lampaan ternimaidon koostumusta ja erityisesti ternimaidon immunoglobuliini G:n (IgG) pitoisuuksia. Lisäksi tarkoitus on selvittää ternimaidon laatuun vaikuttavia tekijöitä, kerätä tietoa ternimaidon analysointimenetelmistä sekä kertoa ternimaidon imeytymisestä karitsoilla, vastasyntyneen karitsan passiivisen immuniteetin kehittymisestä ja passiivisen immuniteetin kehittymisen mahdollisesta epäonnistumisesta. Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Lähteinä käytetään eläinlääketieteellistä kirjallisuutta, tutkimusartikkeleita sekä ajankohtaisia internetlähteitä.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Lampaan ternimaidon koostumus

Ternimaito on kellertävää, paksuhkoa nestettä, jota erittyy naaraiden maitorauhaskudokseen tiineyden viimeisen kolmanneksen aikana sekä muutama päivä synnytyksen jälkeen (Lipko-Przybylska ym. 2010). Ternimaito sisältää maitorauhaskudokseen kertyneitä eritteitä sekä aktiivisesti kuljetettuja proteiineja verenkierrosta, jotka muodostuvat estrogeeni- sekä progesteronihormonien vaikutuksesta (Lipko-Przybylska ym. 2010, kirjassa Tizard 2013). Ternimaito sisältää muun muassa ravinteita, immunoglobuliineja, hormoneja, kasvutekijöitä ja neuroendokriinisia peptidejä (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Ternimaito on vastasyntyneiden täysravintoa, joka ei pelkästään tarjoa ravinteita ja energiaa sekä suojaa vastasyntyneen organismeja, vaan myös ylipäättään mahdollistaa elämisen emän ulkopuolella (Lipko-Przybylska ym. 2010).

Immunoglobuliineista ternimaito sisältää runsaasti IgG:tä sekä IgA:ta, mutta jonkin verran myös IgM:ää sekä IgE:tä. Hallitsevin ternimaidon sekä maidon immunoglobuliini suurimmalla osalla nisäkkäistä, myös lampaalla, on IgG. IgG:n osuus kaikista immunoglobuliineista on 65 – 90%. IgA:ta sekä muita immunoglobuliineja esiintyy ternimaidossa vähemmän, mutta ne ovat silti erittäin merkittäviä ja tärkeitä ternimaidon ainesosia. Tyypillisesti lampaan immunoglobuliinipitoisuudet ternimaidossa ovat: IgA 1 – 7 mg/ml, IgM 4 – 12 mg/ml sekä IgG 40 – 60 mg/ml. Vastaavat immunoglobuliinipitoisuudet lampaan maidossa ovat: IgA 0,05 – 0,12 mg/ml, IgM 0 – 0,07 mg/ml sekä IgG 0,6 – 1 mg/ml (kirjassa Tizard 2013). Ternimaito tarjoaa tärkeän passiivisen immunitetin karitsoille immunoglobuliinien välityksellä. Ternimaidon immunoglobuliinipitoisuudet laskevat nopeasti karitsoinnin jälkeen. Korkealla immunoglobuliinipitoisuudella on suora yhteys parempaan vastustuskykyyn infektioita vastaan. Ternimaito on hyvin tärkeä karitsan selviytymisen kannalta (Al-Sabbagh ym. 1995). Passiivinen immunitetti tarkoittaa ternimaidosta seerumiin imeytyneiden immunoglobuliinien antamaa suojaa vastasyntyneelle. Lisäksi passiiviseen immunitettiin kuuluu suoliston paikallinen suoja, josta vastaa dimeerinen, eritetty IgA. Emältä saatujen

immunoglobuliinien tulisi antaa suojaa vastasyntyneelle, kunnes jälkeläisen oma immunoglobuliinituotanto on kehittynyt (kirjassa Tizard 2013).

Ternimaito sisältää sekretorisen komponentin sekä vapaassa muodossa että sitoutuneena IgA:han. Sekretorinen komponentti suojaa IgA:ta proteolyyttisten entsyymien vaikutukselta. Ternimaidossa on myös runsaasti sytokiineja eli viestinviejiä- ja välittäjämolekyylejä, jotka saavat aikaan monimutkaisia vuorovaikutuksia immuunijärjestelmän solujen välillä. Esimerkiksi naudan ternimaito sisältää merkittäviä määriä seuraavia sytokiineja: interleukiini-1 β (IL-1 β), interleukiini-6 (IL-6), tumor necrosis factor- α (TNF- α) sekä interferoni gamma (IFN- γ). On esitetty, että nämä sytokiinit edistävät nuorten eläinten immuunijärjestelmän kehittymistä. Esimerkiksi IL-1 β , IL-6 ja TNF- α ovat pro-inflammatorisia eli tulehdusta voimistavia sytokiineja, jotka indusoivat akuutin faasin proteiineja. IFN- γ säätelee tulehdusvastetta sitä stimuloimalla tai vaimentamalla (kirjassa Tizard 2013).

Tavanomaisesti märehäijöiden, mukaan lukien lampaiden, normaali maito sisältää 12% kuiva-ainetta. Ternimaidossa kuiva-ainetta on jopa 22%. Tämä ero selittyy osittain sillä, että immunoglobuliinit saavat aikaan mittavan ternimaidon tiheyden kasvun. Ternimaidossa on normaaliin maitoon verrattuna enemmän kaseiinia, rasvaa, valkuaisaineita sekä A-, B12-, D- ja E-vitamiineja. Ternimaidossa on vähemmän laktoosia normaaliin maitoon verrattuna. Ternimaidon sisältämä trypsiinestäjä auttaa estämään immunoglobuliinien pilkkoutumista suolistossa. Ternimaidon transferriini sekä laktoferriini kontrolloivat ripulointia sitomalla rautaa sekä hillitsemällä tiettyjen bakteerien kasvua. Tämä on mahdollista ternimaidon sisältämien soluvälitteisten tekijöiden (polymorfonukleaariset leukosyytit eli neutrofiilit, eosinofiilit ja basofiilit, makrofagit, lymfosyytit ja NK-solut) sekä humoraalisten eli liukoisten tekijöiden (laktoferriini, laktoperoksidaasi-tiosyanaatti-vetyperoksidi-systeemi, lysotsyymit, komplementtiproteiinit ja immunoglobuliinit) kautta. Märehäijöiden ternimaito sisältää insuliinin kaltaista kasvutekijää 1 (IGF-1), insuliinia, kasvuhormonia, tyroksiinia (T4), trijodityroniinia (T3) sekä prolaktiinia (katsauksessa Yilmaz ym. 2013). Ternimaito sisältää noin 10 – 13% rasvaa, 2 – 3 % laktoosia ja 7 – 10 % ei-immunoglobuliinisia valkuaisaineita. Näiden

ainesosien kanssa ternimaidon energiasisältö on välillä 6,3 – 7,3 kJ/ml (katsauksessa Banchemo ym. 2015).

2.2 Ternimaidon laatuun vaikuttavat tekijät lampaila

Ternimaidon laatu korreloi suoraan sen sisältämään IgG:n määrään. Ternimaidon laatu heikkenee ajan kuluessa syntymän jälkeen. Maidon lypsäminen ennen poikimista, ternimaidon valuminen utareesta, riittämätön tai huonolaatuinen uuden saama ravinto, pitkäkestoinen altistuminen kortikosteroideille sekä uuden välinpitämättömyys jälkeläisiään kohtaan vaikuttaa negatiivisesti ternimaidon koostumukseen vähentämällä IgG-pitoisuuksia (katsauksessa Yilmaz ym. 2013).

2.2.1 Utare

Shubber ja Doxey (1978) ovat tutkimuksissaan todenneet, ettei ternimaidon immunoglobuliinipitoisuuksissa ole merkittäviä eroja uuden utareen oikean ja vasemman vetimen välillä. Utareen terveydentilalla on vaikutusta ternimaidon laatuun. Utaretulehdusta sairastavan uuden ternimaitoa ei saisi tarjota nuorelle karitsalle (katsauksessa Yilmaz ym. 2013). Maidon lypsämistä ennen karitsointia tulisi välttää, sillä se johtaa merkittävään immunoglobuliinipitoisuuden laskuun ternimaidossa karitsoinnin hetkellä (Vihan 1988). Karitsoineen uuden utare kannattaa pian karitsoinnin jälkeen puhdistaa lämpimällä, puhtaalla ja kostealla pyyhkeellä sekä samalla tarkistaa, että maitoa tulee molemmista vetimistä (Hokkanen 2014).

2.2.2 Rodun, genotyypin sekä ympäristön vaikutus

Ternimaidon immunoglobuliinipitoisuuksiin vaikuttavat sekä emän että isän geneettiset tekijät (Gilbert ym. 1998). Jokaisella rodulla on myös omia ominaispiirteitä, jotka näkyvät myös ternimaidon koostumuksessa. Rodulla on merkittävä vaikutus ternimaidon IgG-pitoisuuteen (Gilbert ym. 1988, Tabatabaei ym. 2013). Ternimaidon immunoglobuliinipitoisuuksien periytyvyysaste on 0,19 (Gilbert ym. 1988).

Lypsyrotuiset lampaat tuottavat enemmän ternimaitoa kuin liharotuiset ja niiden ternimaito on nimenomaan rikkaampaa immunoglobuliinien osalta. Ternimaidon ja varsinaisen maidon koostumus vaihtelee lammasrotujen välillä (Alves ym. 2015). Ternimaidon IgG-pitoisuuksiksi on keskimäärin mitattu: rambouillet 64 mg/ml, targhee 67 mg/ml, columbia 64 mg/ml, suomenlammas 72 mg/ml ja suomenlammasristeytys 69 mg/ml (Gilbert ym. 1988), lacaune 67 mg/ml ja itäfriisiläinen maitolammas 64 mg/ml (Waelchli ym. 1994), shaul 63 mg/ml (Tabatabaei ym. 2013), akkaraman 62 mg/ml (Maden ym. 2003) ja aragonesa-rotuisilla uuhilla 64 mg/ml (Loste ym. 2008). Polypay-rotuisilla uuhilla ternimaidon IgG-pitoisuus oli keskimäärin 79 mg/ml (Al-Sabbagh ym. 1995) ja 125 mg/ml karakul-rotuisilla uuhilla (Hashemi ym. 2008). Santa Inês-rotuisilla uuhilla IgG-pitoisuudet olivat välillä 89,6 – 95,6 mg/ml sekä useamman kerran karitsoineilla että ensimmäistä kertaa karitsoineilla uuhilla (Alves ym. 2015). Lori bakhtiari-rotuisilla uuhilla ternimaidon keskimääräinen IgG-pitoisuus 49 mg/ml (Tabatabaei ym. 2013) oli vastaava kuin mitä on raportoitu keskimäärin blackface 45 mg/ml ja suffolk (54 mg/ml) rotuisilla uuhilla (Dwyer ja Morgan 2006).

Gilbert ym. (1988) keräsivät tutkimustaan varten ternimaitonäytteitä sekä karitsojen seeruminäytteitä 36 tuntia syntymän jälkeen selvittääkseen IgG-pitoisuuksia. He halusivat selvittää ympäristötekijöiden sekä geneettisten tekijöiden aiheuttamaa vaihtelua IgG-pitoisuuksissa. He halusivat selvittää myös näiden tekijöiden korrelaatiota karitsojen elinkelpoisuuteen. Lammasrodut, joita Gilbert ym. (1988) käyttivät tutkimuksessaan, olivat polypay, rambouillet, targhee, columbia, suomenlammas sekä suomenlammasristeytys. He keräsivät yhteensä 2650 karitsojen seeruminäytettä sekä 1686 ternimaitonäytettä. Tutkijat havaitsivat pässillä olevan merkittävä vaikutus ternimaidon IgG-pitoisuuksien variaatioihin rodun sisällä. Korkeammat ternimaidon IgG-pitoisuudet saavutetaan valitsemalla pässejä, joiden tyttärillä on IgG-pitoisuudet merkittävästi keskiarvon yläpuolella, tai välttämällä pässejä, joiden tyttärillä on erityisen matalat IgG-pitoisuudet. Ternimaidon IgG-pitoisuudet olivat tutkimuksessa väleillä: polypay 38-147 mg/ml, rambouillet 20-133 mg/ml, targhee 19-154 mg/ml, columbia 23-106 mg/ml, suomenlammas 36-98 mg/ml sekä suomenlammasristeytys 25-143 mg/ml.

Tabatabaei ym. (2013) pohtivat, että rotujen välinen variaatio ternimaidon IgG-pitoisuuksissa voisi johtua polymorfismista neonataalisessa FcRn-reseptorigeenissä, jolla on rooli IgG:n kuljettamisessa seerumista ternimaitoon. On tutkittu, että maitorauhaskudoksen FcRn-reseptorin ilmentymisessä on eroja eri eläinlajien välillä, ja nämä erot vaikuttavat immunoglobuliinipitoisuuksiin maidossa. Lisäksi on osoitettu, mitä enemmän FcRn-reseptoreja ilmennetään, sitä enemmän IgG:tä kuljetetaan maitoon. Lehmillä on todettu variaatiota FcRn-reseptoria koodaavissa geeneissä, joten vastaavia eroja voisi olla myös lampailla (katsauksessa Jiang ym. 2016). Ternimaidon laatua voi parantaa risteytyksillä ja käyttämällä lammaskroituja, joilla on korkeampi ternimaidon IgG-pitoisuus. Tällä tavalla voidaan varmistaa riittävän IgG-pitoisuuden siirtyminen jälkeläisiin (Tabatabaei ym. 2013). Tämän toteuttivat esimerkiksi Gilbert ym. (1988) polypay-rotuisilla uuhilla, jotka kehitettiin dorset- ja targhee sekä suomenlammas- ja rambouillet-rotuisten lampaiden risteytyksillä.

Higaki ym. (2013) tutkivat awassi-rotuisten lampaiden ternimaidon koostumusta. Keskimäärin awassi-uuhien ternimaito sisälsi energiaa 7,4 kJ/g. Aiemmissä tutkimuksissa saman rotuisten lampaiden normaalin maidon energiasisältö oli 3,4 kJ/g. Ternimaidossa on paljon enemmän energiaa kuin tavallisessa maidossa. Rasvaa tutkimuksen awassi-uuhien ternimaidossa havaittiin 10,1% ja valkuaisaineita 15,6%. Vastaavasti normaalissa maidossa rasvaa oli 6 – 8% ja valkuaisaineita 5 – 6%. Laktoosipitoisuus ternimaidossa oli sen sijaan alhaisempi, 3,3%, verrattuna normaaliin maitoon, jossa laktoosipitoisuus oli 4 – 6%. Vastaavia tuloksia on todettu myös muilla lammaskroituilla. Energiapitoisuus 7,4 kJ/g sekä IgG-pitoisuus 60,9 mg/ml ternimaidossa awassi-uuhilla olivat vastaavat kuin aiemmissä tutkimuksissa muilla lammaskroituilla, joissa energiapitoisuudet ovat olleet keskimäärin 7 – 8 kJ/g ja IgG-pitoisuudet välillä 45 – 80 mg/ml. Myös awassi-uuhien ternimaidon keskiarvot rasvan 10,1%, laktoosin 3,3% ja valkuaisaineiden 15,6% osalta olivat vastaavat kuin aiemmin tehdyissä tutkimuksissa muun rotuisten uuhien ternimaidoissa, joissa rasvapitoisuudet ovat olleet välillä 8 – 11%, laktoosipitoisuudet 2 – 4% sekä valkuaisainepitoisuudet 10 – 18% (Wohlt ym. 1982, Hadjipanayiotou 1995, Higaki ym. 2013).

Hawken ym. (2012) halusivat selvittää, onko rauhallisten uuhien lisäruokinnalla vaikutusta ternimaidon lisääntyneeseen tuotantoon sekä alentuneeseen viskositeettiin verrattuna hermostuneisiin uuhiin, kun uuhet kantoivat kaksosia. Lisäravintona Hawken ym. (2012) käyttivät ohraa kokojyvänä 0,1% - 0,8% uuhien elopainosta seitsemän vuorokauden ajan noin kaksi viikkoa ennen karitsointia. He tutkivat merinolampaita, jotka ovat tunnettuja huonoista emänvaistoistaan verrattuna muihin lammasrotuihin ja joilla on ongelmia etenkin kaksoskaritsoiden kasvattamisessa (Nowak ym. 2006). Ensimmäisinä karitsoinnin jälkeisinä tunteina rauhalliset uuhet tuottivat enemmän ternimaitoa hermostuneisiin uuhiin verrattuina, kun uuhia oli ruokittu suositusten mukaan ilman erityistä lisäruokintaa. Lisäruokinta nosti hermostuneiden uuhien tuottaman ternimaidon määrää sekä laski ternimaidon viskositeettia vastaavalle tasolle kuin rauhallisilla uuhilla. Rauhallisilla uuhilla lisäruokinta ei nostanut ternimaidon tuotantoa tai vaikuttanut viskositeettiin. Yhteenvetona hermostunut uuhi voi tuottaa vähemmän ternimaitoa ja ternimaidon viskositeetti voi olla korkeampi (Hawken ym. 2012). Hawken ym. (2012) suosittelevat lisäruokintaa hermostuneille uuhille. Rauhallisten uuhien ternimaito sisälsi tunti karitsoinnin jälkeen enemmän immunoglobuliineja hermostuneisiin uuhiin verrattuna. Tämä osoittaa temperamentilla olevan vaikutusta ternimaidon immunoglobuliineihin kaksosia odottavilla uuhilla. Vastaavia tuloksia ovat löytäneet myös Hart ym. (2009) yhden karitsan karitsoineilla uuhilla.

2.2.3 Kuntoluokka

Lampaan elopainoon vaikuttavat pääasiassa luuston koko ja rakenne sekä elimistöön varastoitunut rasva. Koska luuston koossa esiintyy paljon variaatiota eri rotujen ja lampaiden välillä, ei pelkästään lampaan punnitseminen riitä kertomaan lampaan rasvapitoisuudesta ja lihavuudesta. Tämän takia on luotu kuntoluokitusasteikko, jossa lampaat jaetaan kuntoluokkiin 0-5 tunnustelemalla lampaita oka- ja poikkihaarakkaiden sekä hännäntyven alueelta ja arvioimalla lampaiden rasvakerrosta (Vatankhah ym. 2012). Kuntoluokka 0 tarkoittaa, että lammas on nääntynyt eikä sillä ole rasvaa eikä lihasta luiden välissä. Kuntoluokassa 5 taas okahaarakkeita ei voida tunkea edes voimakkaalla painalluksella, poikkihaarakkeita ei pystytä tuntemaan laisinkaan ja selkälihakset ovat hyvin paksun rasvakerroksen peitossa. Tavoitekuntoluokka uuhella on 3-3,5 astutusvaiheessa. Kuntoluokituksessa tulee ottaa huomioon lammasrotu, sillä esimerkiksi alkuperäisroduilla

pystyhaarakkeet ovat korkeammat muihin rotuihin verrattuna (Eläinten terveys ETT ry, Lampaiden ja vuohien kuntoluokitus).

Uuhet, joilla on alhainen kuntoluokka, on liitetty korkeampaan kuolleisuuteen ennen karitsointia ja karitsoinnin aikana. Lisäksi uuhien alhaisen kuntoluokan on todettu aiheuttavan suurempaa karitsakuolleisuutta. Uuhien kuntoluokalla 2,5 – 3,5 ei ole todettu olevan vaikutusta ternimaidon IgG-pitoisuuteen, karitsakuolleisuuteen tai karitsoiden kasvupainoihin (Al-Sabbagh ym. 1995). Vastaavia tuloksia ovat saaneet myös Thomas ym. (1988). He eivät löytäneet merkittäviä eroja 3-vuotiaiden suomenlammas-targhee-rotuisten uuhien ternimaidon IgG-pitoisuuden sekä kuntoluokkien 2,5 ja 3,5 välillä. Aliravitseminen ja alipaino lopputiineydessä vähentävät tutkitusti tuotetun ternimaidon määrää (Mellor ja Murray 1985a). Mellor ja Murray (1985a) eivät tutkineet aliravittujen uuhien ternimaidon IgG-pitoisuuksia tuotetun ternimaidon määrän lisäksi. Jalilian ja Moeini (2013) tutkivat sanjabirotuisten uuhien kuntoluokkien 2; 2,5; 3 ja yli 3,5 vaikutusta ternimaidon tuotantoon ja havaitsivat vastaavia tuloksia kuin Mellor ja Murray (1985a). Sanjabirotuilla kuntoluokan 3 uuhet tuottivat eniten ternimaitoa verrattuna suurempien ja pienempien kuntoluokkien uuhien. Alves ym. (2015) havaitsivat tutkimuksessaan, että tuotanto oli alhaisempaa ensimmäistä kertaa karitsoineilla kuin toista kertaa karitsoineilla, mikäli kuntoluokka oli alle 2,75. Alves ym. (2015) mukaan ensimmäistä kertaa karitsoivat uuhet ovat vielä kasvavia eivätkä ole saavuttaneet täyttä aikuiskokoaan, mikä asettaa lisävaatimuksia energialle ensimmäisen tiineyden aikana ja tiineyden jälkeen.

Karitsointihetken kuntoluokka ei vaikuttanut ternimaidon IgG-pitoisuuksiin eikä rasva-, valkuaisaine- ja laktoosipitoisuuksiin. Kiinteiden aineiden kokonaispitoisuus oli korkeampi ternimaidossa uuhilla, joiden kuntoluokka oli alle 2,75 (Alves ym. 2015). Alves ym. (2015) olettivat tämän löydöksen johtuvan laimennusvaikutuksista, mikä johtuu useamman kerran karitsoineiden uuhien suuremmasta tuotetusta ternimaidon määrästä. Al-Sabbagh ym. (1995) havaitsivat, että uuhien painolla oli suora korrelaatio ternimaidon IgG-pitoisuuteen näytteissä, jotka oli kerätty 12 tuntia karitsoinnin jälkeen. Muissa tutkimuksissa vastaavaa korrelaatiota ei olla todettu (Al-Sabbagh ym. 1995).

2.2.4 Ikä

Uuhen iän vaikutuksesta ternimaidon laatuun on saatu ristiriitaisia tuloksia. Katsauksen Yilmaz ym. (2013) mukaan vanhemmilla uuhilla on suuremmat ternimaidon määrät sekä korkeammat ternimaidon immunoglobuliinipitoisuudet kuin nuoremmilla yksilöillä. Sen sijaan Gilbertin ym. (1988) laajassa tutkimuksessa todettiin ternimaidon IgG-pitoisuuksien olevan korkeampia vuoden ikäisillä uuhilla kuin vanhemmilla uuhilla, jotka olivat 2 – 11 -vuotiaita. Al-Sabbaghin ym. (1995) tutkimuksessa ternimaidon IgG-pitoisuudet olivat korkeammat 5- ja 7-vuotiailla uuhilla kuin 4- ja 6-vuotiailla uuhilla. Tosin he tutkivat vain 4 – 7 -vuotiaita uuhia.

Wohlt ym. (1982) mittasivat dorset-uuhilta ternimaidon tuotantoa ja tutkivat, kuinka uuhen ikä vaikuttaa tuotetun ternimaidon määrään. Uuhet, jotka olivat 4,1 – 8,0 -vuotiaita, tuottivat keskimäärin 1520 g ternimaitoa ensimmäisen vuorokauden aikana, kun taas 1,5 – 2,0- vuotiaat uuhet tuottivat ternimaitoa keskimäärin 710 g ja 2,1 – 4,0-vuotiaat uuhet 1046 g (Wohlt ym. 1982).

2.2.5 Karitsointikerta

Tabatabaei ym. (2013) tutkivat shaul ja lori bakhtiari-rotuisten uuhien karitsointikertojen vaikutusta ternimaidon IgG-pitoisuuksiin. Shaul-uuhilla he eivät havainneet merkittävää eroa karitsointikerroilla suhteessa ternimaidon IgG-pitoisuuksiin. Lori bakhtiari-uuhilla karitsointikerralla huomattiin olevan vaikutusta ternimaidon IgG-pitoisuuksiin. Lori bakhtiari-uuhien ternimaidon IgG-pitoisuus oli selvästi korkeampi ensimmäisellä karitsointikerralla verrattuna seuraaviin karitsointikertoihin. Gilbertin ym. (1988) sekä Higakin ym. (2013) tutkimuksissa ilmeni merkittävä ero ensimmäistä kertaa karitsoineiden sekä useamman kerran karitsoineiden uuhien ternimaidon IgG-pitoisuuksissa. Tabatabaei ym. (2013) löysivät ternimaidon IgG-pitoisuuksissa eroja lori bakhtiari-rotuisilla uuhilla vain ensimmäisen ja kolmannen karitsointikerran välillä. Mahdollisesti korkeampi ternimaidon IgG-pitoisuus ensimmäistä kertaa karitsoivilla uuhilla voi johtua tuotetun ternimaidon pienemmästä määrästä (Higaki ym. 2013). Yhteenvedona Tabatabaei ym. (2013) toteavat, että ensimmäisen karitsoinnin jälkeen karitsointikertojen määrällä ei ole vaikutusta ternimaidon IgG-pitoisuuteen.

Higaki ym. (2013) awassi-uuhien tutkimuksessa uuhien poikimakerta ei vaikuttanut ternimaidon energiapitoisuuteen. Sen sijaan ternimaidon IgG-pitoisuudet olivat korkeammat ensimmäistä kertaa karitsoineilla uuhilla verrattuna aikaisemmin karitsoineisiin uuhiin ($P<0,05$). Useamman kerran karitsoineilla uuhilla ja nyt kaksoiset synnyttäneillä uuhilla oli ternimaidossa korkeampi energia- ja IgG-pitoisuus kuin uuhilla, jotka karitsoivat vain yhden karitsan ($P<0,05$). Higaki ym. (2013) havaitsivat tutkimuksessaan ternimaidon valkuaisaine- ja IgG-pitoisuuksien olevan korkeampia uuhilla, jotka eivät olleet karitsoineet aikaisemmin verrattaessa jo aiemmin karitsoineihin uuhiin. Aiemmin karitsoineet tuottivat suuremman määrän ternimaitoa kuin ensimmäistä kertaa karitsoivat. Higaki ym. (2013) mukaan ensimmäistä kertaa karitsoivat uuhet tuottavat pienemmän määrän ternimaitoa, jolloin IgG- ja valkuaisainepitoisuudet ovat suuremmat suhteessa tuotetun ternimaidon määrään.

Chniter ym. (2016) tutkivat tiineyden aikaisia sekä heti karitsoinnin jälkeisiä muutoksia plasmassa uuhilla sekä karitsoilla. He havaitsivat, että ensimmäistä kertaa karitsoineiden uuhien karitsoilla oli matalammat valkuaisaine-, glukoosi- ja plasman IgG-pitoisuudet kuin karitsoilla, joiden emät olivat jo karitsoineet joskus aikaisemmin, mutta korkeammat kortisolipitoisuudet verrattaessa useamman kerran karitsoineiden uuhien karitsoihin. He havaitsivat aiemmin karitsoineilla uuhilla olevan korkeammat ternimaidon IgG-pitoisuudet kuin ensimmäistä kertaa karitsoivilla uuhilla. Aiemmin karitsoineilla oli matalammat plasman IgG-pitoisuudet ensimmäistä kertaa karitsoiviin verrattuna, mikä osoittaa aiemmin karitsoineiden uuhien varastoivan IgG:tä utareeseen. Aiemmin karitsoineilla uuhilla on myös kyky kehittää suuremmat utareet sekä siten kyky säilöä suurempia määriä ternimaitoa, mikä voi auttaa IgG:n varastoimisessa utareeseen. Chniter ym. (2016) pohtivat, että tutkimiansa d'man-rotuisten uuhien korkeampi hedelmällisyys voi myös edesauttaa IgG:n varastoimisessa utareeseen. Vastaavia tuloksia ovat löytäneet nautapuolelta Kehoe ym. (2011). Lehmillä, jotka ovat kolmannella tai sitä useammalla lypsykaudella on korkeammat ternimaidon IgG-pitoisuudet kuin ensikoilla ja toisen lypsykauden lehmillä (Kehoe ym. 2011). Alves ym. (2015) eivät havainneet merkittäviä eroja ternimaidon IgG-, rasva-, proteiini- ja laktoosipitoisuuksissa karitsointikertojen välillä. Mahdollisesti korkeampi ternimaidon IgG-pitoisuus ensimmäistä kertaa karitsoivilla uuhilla voi johtua tuotetun ternimaidon pienemmästä määrästä (Higaki ym. 2013), mutta tutkimusten tuloksissa on eroja.

2.2.6 Katraan koko

Uuhet, jotka karitsoivat kaksoset, tuottavat yleensä enemmän ternimaitoa kuin yhden karitsan karitsoineet uuhet. Toisaalta kaksoset karitsoineilla uuhilla maidontuotannon käynnistyminen on hitaampaa ja ne eivät tuota niin paljon ternimaitoa yhtä karitsaa kohti kuin yhden karitsan karitsoineet uuhet. Niinpä kaksoskaritsoilla on yleensä pienemmät syntymäpainot sekä energiavarastot ja niiden pinta-alat suhteessa syntymäpainoihin ovat suuremmat (katsauksessa Dwyer ym. 2016).

Tabatabaei ym. (2013) kiinnittivät tutkimuksessaan huomiota katraskoon vaikutukseen ternimaidon IgG-pitoisuuksiin. He eivät havainneet tutkimuksessaan katraan koolla ja ternimaidon IgG-pitoisuuksilla yhteyttä tutkimillaan shaul- ja lori bakhtiari-rotuisilla uuhilla, mikä on linjassa Dwyerin ja Morganin (2006) kanssa. Toisaalta Gilbert ym. (1988) sekä Higaki ym. (2013) huomasivat uuhilla, jotka karitsoivat useampia karitsoja kerralla, olevan selvästi korkeammat ternimaidon IgG-pitoisuudet. Samaan johtopäätökseen päätyivät myös Csapó ym. (1994) tutkiessaan ternimaidon IgG-pitoisuuksia unkarilaisilta merinolampailta. Tabatabaei ym. (2013) eivät löytäneet selkeää selitystä tälle epäjohtonmukaisuudelle eri tutkimusten välillä.

Gilbert ym. (1988) havaitsivat lineaarisen nousun ternimaidon IgG-pitoisuudessa, kun karitsoiden määrä kasvoi yhdestä kolmeen. He pohtivat tämän olevan todiste sitä, että istukan lähettämät signaalit kehottavat uuhia nostamaan tuotettujen ja vapaiden immunoglobuliinien määrää kaksosia kantaessa. Saman päätelmän tekivät myös Higaki ym. (2013) ja Chniter ym. (2016). Toisaalta Gilbert ym. (1988) havaitsivat, että karitsojen keskimääräiset seerumin IgG-pitoisuudet olivat alhaisemmat, mikäli samassa katraassa oli useampi karitsa. Christley ym. (2003) havaitsivat myös tutkimuksessaan saman yhteyden katraan koon ja seerumin immunoglobuliinipitoisuuden välillä kuin Gilbert ym. (1998) siten, että useamman karitsan katraissa seerumin immunoglobuliinipitoisuudet olivat matalammat kuin yhden karitsan katraissa. Sen sijaan Al-Sabbaghin ym. (1995) tutkimuksessa ei havaittu suurempia ternimaidon IgG-pitoisuuksia useamman karitsan katraissa. Thomas ym. (1988) eivät

myöskään havainneet katraan koon vaikutusta ternimaidon määrään tai ternimaidon IgG-pitoisuuteen suomenlammasristeytys-uuhilla. Gallo ja Davies (1987) raportoivat, että uuhet, jotka synnyttivät kaksoset tai jopa enemmän karitsoja, tuottivat suuremman määrän ternimaitoa kuin uuhet, jotka synnyttivät vain yhden karitsan.

Ternimaidon rasva-, proteiini-, IgG- ja energiapitoisuudet olivat korkeampia aiemmin kaksoset karitsoineilla kuin aiemmin karitsoineilla, mutta vain yhden karitsan saaneilla uuhilla (Dwyer ja Morgan 2006, Higaki ym. 2013). Syytä korkeammalle ternimaidon korkeammille valkuaisainepitoisuuksille uuhilla, jotka odottivat kaksosia verrattuna uuhilla, jotka odottivat vain yhtä karitsaa, ei tunneta. Korkeampi rasvapitoisuus voi kuitenkin johtua kehon rasvan mobilisaatiosta sekä voimakkaasta negatiivisesta energiatasapainosta. Uuhet, joilla oli kaksi istukkaa, kuluttivat arviolta 1,4 kertaa enemmän energiaa sikiöiden kehittämiseen kuin uuhet, joilla oli vain yksi istukka (Higaki ym. 2013)

2.2.6 Hormonaaliset tekijät

Uuhella ternimaidon määrä riippuu yleisestä ravitsemustasosta tiineyden loppuaikana, mutta poikueen koko sekä kuntoluokka ovat tärkeässä osassa. Useimmat näistä tekijöistä liittyvät progesteronihormoniin. Progesteronin pitoisuus on korkea tiineyden aikana. Viimeisen tiineyspuoliskon aikana suurimman osan progesteronista erittää istukka. Progesteroni estää sekä maidontuotannon että karitsoinnin käynnistymisen. Viimeisen tiineysviikon aikana progesteronin pitoisuus alkaa laskea ja estradiolin pitoisuus alkaa nousta. Merkittävä muutos progesteronin ja estradiolin suhteessa (P4/E2) on pääasiallinen tekijä karitsoinnin ajoituksessa, koska näillä kahdella hormonilla on vastakkaisia vaikutuksia kohdun herkkyyteen prostaglandiineille, katekoliamiineille sekä oksitosiinille (Maltier ym. 1993). Progesteronin ja estradiolin suhteen lasku johtuu sikiön tuottaman kortisolin lisääntymisestä, joka puolestaan parantaa istukan 17 α -hydroksylaasin aktiivisuutta. Tämä entsyymi ohjaa istukan progesteronia estrogeenin synteesiin (Kuhn 1983). Progesteronin ei tarvitse täysin hävitä elimistöstä ennen karitsointia uuhilla (katsauksessa Banchemo ym. 2015). Hartmann ym. (1973) ovat todenneet lehmillä plasman progesteronin kynnyksarvon maidontuotannon alkamiselle olevan mahdollisesti < 1 ng/ml.

Progesteronipitoisuuksien laskunopeudet voivat vaihdella. Esimerkiksi hyvin lihavilla uuhilla progesteronipitoisuuden lasku voi viivästyä ennen ja jälkeen karitsoinnin, sillä progesteronia on varastoitunut rasvakudokseen (katsauksessa Banchoff ym. 2015). Kaksosia kantavat uuhet, joilla on kaksi istukkaa, voivat tuottaa enemmän progesteronia kuin yhtä karitsaa odottavat uuhet (McNeill ym. 1998). Aliravitseminen voi myös hidastaa progesteronin metabolista puhdistumista ja pitoisuuden laskua. Monien tutkimusten mukaan ravinnonsaannintehostaminen ennen karitsointia tehostaa progesteronin poistumista ja siten helpottaa maidontuotannon alkamista (katsauksessa Banchoff ym. 2015).

2.2.7 Ravinto

Ternimaidon tuotto riippuu riittävästä emän energian ja valkuaisaineiden saannista viimeisten kolmen tiineysviikon aikana (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Emän ravinnolla on vaikutusta ternimaidon määrään syntymän hetkellä. Maitorauhaskudoksen kasvu sekä maitorauhaskudoksen solujen erikoistuminen ovat asioita, joihin emän tiineydenaikainen ravinto vaikuttavat. Siksi hyvä ravinnonsaanti on tärkeä tekijä hyvän utareen kehittymisen sekä laadukkaan ternimaidon tuoton takaamiseksi vastasyntyneille karitsoille (katsauksessa Banchoff ym. 2015). Riittämätön ja huono ravitseminen tiineyden aikana ja ennen karitsointia voi hidastaa maidontuotannon alkamista, muuttaen utareeseen kerääntyvän ternimaidon viskositeettia sekä vähentäen tuotetun ternimaidon määrää karitsoinnin jälkeen (katsauksessa Banchoff ym. 2015, katsauksessa Dwyer ym. 2016).

Lyhytaikainen energiapitoisen lisäravinnon lisäys on edullinen ternimaidon tuotannon lisäämiskeino laidunolosuhteissa hoidetuilla uuhilla, erityisesti perinnelaitumilla, koska se voi varmistaa ternimaidon tuotannon lisääntymisen sekä siten edistää karitsoiden selviytymistä. Tiineyden loppupuolella saatavan energian, erityisesti glukoosin, määrä on keskeisessä asemassa ternimaidon synteesissä. Tärkeää on myös valkuaisaineiden saanti, joka voi sekä liian vähäisellä, että liiallisella saannilla vaikuttaa utareeseen kerääntyneen ternimaidon määrään karitsoinnin aikaan. Viljan jyvistä esimerkiksi maissi, ohra sekä durra, sisältävät runsaasti metabolista energiaa ja tärkkelystä. Kun niitä käytetään lisäravintona viimeisen

tiineysviikon aikana, voivat ne kaksinkertaistaa ternimaidon tuoton (katsauksessa Banchemo ym. 2015).

Uuhilla, jotka kantavat useampaa karitsaa, on suurempi energiantarve kuin uuhilla, jotka kantavat vain yhtä karitsaa. Useampaa karitsaa kantavien uuhien rehunotto voi olla heikompaa, sillä suuri kohtu painaa pötsiä. Tätä ongelmaa voidaan hillitä tarjoamalla uuhille energiapitoista lisäruokaa viimeisen tiineysviikon aikana. Energiatiivis ruoka voi nostaa tuotetun ternimaidon määrää sekä vaikuttaa ternimaidon viskositeettiin siten, että se on helpommin imettävää vastasyntyneelle karitsalle. Lisäksi suoliston ylimääräinen ternimaito edistää karitsan kykyä tunnistaa emänsä ja siten parantaa uuhin ja karitsan välistä suhdetta ja sidettä. Nämä tekijät yhdessä edistävät karitsan eloonjäämistä (katsauksessa Banchemo ym. 2015).

Kaksosia kantaneilla scottish blackface- uuhilla riittämätön ravinnonsaanti viimeisen tiineyskuukauden aikana vähensi tuotetun ternimaidon määrää jopa 70% (Mellor ja Murray 1985a ja 1985b). Merino-uuhilla tuotetun ternimaidon määrä sekä viskositeetti ovat kääntäen verrannollisia, ja viivästyneelle maidontuotannolle on tyypillistä korkea viskositeettisempi ternimaito. Korkean viskositeetin ternimaito voikin olla merkittävä ongelma vastasyntyneelle karitsalle, sillä sitä on haastavampaa imeä vetimestä (McCance ja Alexander 1959), jolloin karitsan tulee imeä useammin ja pidemmän aikaa saadakseen riittävästi ravintoa sekä immunoglobuliineja (Holst ym. 1996).

Useimmat viljat sisältävät runsaasti tärkkelystä ja niitä voidaan käyttää täydennysrehuina uuhille myöhäistiineydessä laidunnusolosuhteissa ternimaidon tuotannon lisäämiseksi karitointihetkellä. Ternimaidon tuotannon lisääntyminen täydennysrehua saaneilla uuhilla vaihtelee välillä 90% ja 185% verrattuna uuhiin, jotka eivät ole saaneet täydennysrehua, riippuen luonnollisesti annetusta täydennysrehusta (katsauksessa Banchemo ym. 2015). Toisaalta Hall ym. (1992) sekä Holst ym. (2005) eivät havainneet tutkimuksissaan ternimaidon tuoton lisääntymistä merino-uuhilla, jotka saivat lisäravintona kauraa. Hall ym. (1992) sekä Holst ym. (2005) viittasivat, ettei kauralla ole välttämättä samoja vaikutuksia ternimaidon

tuottoon kuin muilla tutkituilla viljoilla. Korkealaatuisten valkuaisaineiden lisääminen palkokasveista sekä öljykasveista voi lisätä ternimaidon tuotantoa, mutta ne ovat vähemmän tehokkaita kuin viljanjyvät. Lupiinin jyvien kanssa on oltava varovainen, sillä suuret määrät lupiinia voivat heikentää ternimaidon tuotantoa sekä aiheuttaa terveysongelmia (katsauksessa Banchero ym. 2015).

Banchero ym. (2004) tutkivat corriedale-lampaita ja havaitsivat, että yhtä ja kahta karitsaa kantaneet uuhet, jotka saivat täydennysrehuna viljanjyviä 750 g per yksilö päivittäin viimeisen tiineysviikon aikana, tuottivat 133% - 172% enemmän ternimaitoa kuin uuhet, jotka eivät saaneet täydennysrehua. Vastaavanlaiset uuhet, jotka saivat 500 g per yksilö murskattua maissia viimeisen tiineysviikon aikana, tuottivat 185% ja 113% enemmän ternimaitoa kuin täydennysrehua ilman jääneet uuhet (Banchero ym. 2007).

Plasman glukoosipitoisuus riippuu lähinnä ravitsemustasosta ja vaikuttaa ternimaidon tuotantoon, sillä laktoosin synteesissä tarvitaan glukoosia (katsauksessa Banchero ym. 2015). Asianmukaisesti ruokituilla tiineillä uuhilla plasman glukoosipitoisuus vaihtelee välillä 2,4 – 4,5 mmol/l (Aiello 1998). Uuhet, joita on ruokittu siten että ne saavuttavat glukoosipitoisuuden noin 3 mmol/l, tuottavat enemmän ternimaitoa kuin uuhet, joita on ruokittu siten että niiden glukoosipitoisuudet ovat noin 1,3 mmol/l (Mellor ym. 1987). On vaikeaa osoittaa alhaisinta plasman glukoosipitoisuutta, jolla olisi vaikutusta ternimaidon tuotantoon, sillä aliravituilla uuhilla on todennäköisesti myös viivästynyt progesteronipitoisuuden lasku, jolla on myös vaikutusta ternimaidon tuotantoon. Maitoa tuottavilla uuhilla, jotka ovat aliravittuja ja joilla plasman progesteronipitoisuus on matala, maidontuotanto voi jopa pysähtyä. Maidontuotanto voi näillä uuhilla käynnistyä uudestaan jo muutamassa tunnissa ruokinnan uudelleen aloittamisesta (Kuhn 1983). Hyvällä ja asianmukaisella ravitsemuksella tiineyden loppuvaiheessa voi siis olla vaikutuksia ternimaidon tuotantoon progesteronin metabolian kautta ja tarjoamalla tärkeitä ravinteita. Pelkästään perinnelaitumilta päivittäin saatava kuiva-aine lopputiineyden aikana ei välttämättä riitä täyttämään uuhien laktogeneesin vaatimuksia (katsauksessa Banchero ym. 2015).

Meyer ym. (2011) tutkivat kahden seleenilisän (11,5 µg/kg ja 77,0 µg/kg) sekä saadun ravinnonmäärän vaikutusta ternimaidon koostumukseen. He jakoivat tiineet uuhet kolmeen eri ryhmään, joista yksi ryhmä sai 60% suositellusta ravintosuosituksesta, toinen ryhmä 100% ja kolmas ryhmä 140%. Tulokset osoittivat, että korkeampi seleenilisä sekä ravintomäärä, joka tarjosi 100% suositellusta ravitsemussuosituksesta, nosti tuotetun ternimaidon määrää sekä rasva-, laktoosi- ja proteiinipitoisuutta. Vastaavia tuloksia havaitsivat myös Banchemo ym. (2006). Swanson ym. (2008) havaitsivat tutkimuksissaan, ettei seleenilisällä ollut vaikutusta ternimaidon määrään eikä IgG-pitoisuuteen.

E-vitamiini toimii elimistössä antioksidanttina ja immuunipuolustuksen ylläpitäjänä. Karitsat, joiden emiä on hoidettu E-vitamiinilla, ovat tuottavampia sekä elinvoimaisempia (Koyuncu ja Yerlikaya 2007). E-vitamiinin vaikutusta ternimaidon sekä karitsan seerumin IgG-pitoisuuksiin on tutkittu, mutta tutkimustulokset ovat olleet epä johdonmukaisia tiineillä uuhilla sekä karitsoilla. Karitsoilla, joiden emät olivat saaneet 400 IU E-vitamiinia päivittäin viimeisen tiineyskuukauden aikana, ei havaittu muutoksia IgG-pitoisuuksissa verrattuna verrokkiryhmään (Daniels ym. 2000). Gentry ym. (1992) havaitsivat lihaksensisäisellä 1500 IU E-vitamiinipistoksella kolme viikkoa ennen karitsointia olevan merkittävä vaikutus IgG-pitoisuuksien nousuun karitsoilla. Karitsoilla, joiden emät olivat saaneet E-vitamiinipistoksen, oli korkeammat seerumin IgG-pitoisuudet. E-vitamiini voi parantaa karitsan kykyä absorboida immunoglobuliineja suolistossa. Anugu ym. (2013) tutkivat dorset-uuhilla E-vitamiinipistosten vaikutusta uuhien immuunisysteemiin myöhästiineyden sekä maidontuotannon aikana. Suurin osa tutkimuksen dorset-uuhista kanto kaksosia. Tiineet uuhet saivat E-vitamiinipistosta 30 IU/kg joka toinen viikko 24 viikon ajan. E-vitamiinipistos nosti uuhien seerumin IgG-pitoisuuksia, mutta ei lisännyt ternimaitoon siirtyvien IgG:n määrää. Rosales-Nieto ym. (2015) tutkivat E-vitamiinipistoksen vaikutusta Rambouillet-uuhien ternimaidon koostumukseen, kun uuhet olivat rajoitetulla ruokinnalla saaden 70% suositellusta energiamäärästä ja 80% valkuaisainemäärästä. Puolet testiryhmän uuhista sai lihaksensisäisesti pistoksena E-vitamiinia 4 IU/kg viikon välein alkaen 50 vuorokautta ennen odotettua karitsointia ja jatkaen 60 vuorokautta karitsoinnin jälkeen. Merkittäviä eroja ternimaidon koostumuksessa ei havaittu testiryhmien välillä (Rosales-Nieto ym. 2015).

2.2.8 Aikatekijät

Tiineyden kestolla on todettu olevan yhteys ternimaidon koostumukseen. Swanson ym. (2008) huomasivat, että uuhet, joilla oli lyhyempi tiineydenkesto (keskiarvo 146,9 vuorokautta), tuottivat ternimaitoa, jossa oli alhaisempi IgG-pitoisuus (keskiarvo 99,9 mg/ml). Vertailuksi uuhet, joilla oli pidempi tiineydenkesto (keskiarvo 150 vuorokautta), tuottivat ternimaitoa, jonka IgG-pitoisuus oli selvästi korkeampi (keskiarvo 127,7 mg/ml). Vastaavia tuloksia ovat saaneet myös Castro ym. (2011), jotka tutkivat vuohilla synnytyksen käynnistämisen vaikutuksia ternimaidon immunoglobuliineihin. He havaitsivat, että vuohet, joilla synnytys oli käynnistetty, ternimaidon IgG-pitoisuus oli keskimäärin 90 mg/ml. Vuohilla, joiden synnytystä ei käynnistetty, ternimaidon IgG-pitoisuus oli keskimäärin 140 mg/ml.

Chniter ym. (2016) tutkivat uuhien ja karitsojen valkuaisaine-, glukoosi-, kortisoli- ja IgG-pitoisuuksien muutoksia plasmassa kaksi viikkoa ennen karitsointia sekä kaksi viikkoa karitsoinnin jälkeen. Tutkimuksen kohteena olivat d'man-rotuiset lampaat, joita pidetään hedelmällisinä. Tutkimuksessa IgG-pitoisuudet uuhien plasmassa olivat korkeimmillaan karitsointihetkellä ja putosivat 87% karitsoinnin jälkeen 1 – 48 tunnissa. Vastasyntyneillä karitsoilla plasman IgG-pitoisuus oli matalimmillaan syntymähetkellä ja nousi nopeasti ensimmäisten 24 tunnin sisällä (Chniter ym. 2016).

Alves ym. (2015) tutki ternimaidon koostumusta ensimmäisten 36 tunnin aikana. Tutkimuksen mukaan ternimaidon rasvapitoisuus laski lineaarisesti ($P<0,01$) tarkasteluajanjaksolla. Valkuaisainepitoisuus, kiinteiden aineiden kokonaismäärä sekä kuiva-ainepitoisuus laskivat nopeasti ensimmäisen kolmen tunnin aikana, minkä jälkeen laskunopeus hidastui ($P<0,01$). Keskimääräinen lasku tutkimusajanjaksolla eri aineisosilla oli seuraava: rasvapitoisuus 29,83%, valkuaisainepitoisuus 62,52%, kiinteiden aineiden kokonaismäärä 36,58% ja kuiva-ainepitoisuus 44,72%. Sen sijaan laktoosipitoisuus nousi lineaarisesti ($P<0,01$) tutkimusjakson aikana, nousun ollessa 29,59%. Vastaavia tuloksia ovat raportoineet Ciyruk ym. (2004), heidän tutkimuksessaan rasvapitoisuus laski 31,45% ja valkuaisainepitoisuus 68,66%, kun merinolampaiden ternimaito analysoitiin ensimmäisten 48 tunnin sisällä. Godden (2008) tutki lehmiä ja havaitsi tutkimuksessaan ensimmäisen lypsykerran ternimaidon olevan rikkainta

ravinteiden sekä IgG-pitoisuuden suhteen, ja progressiivisen alenemisen tapahtuvan kuuden seuraavan lypsykerran aikana.

Alves ym. (2015) raportoivat Santa Inês-rotuisten uuhien ternimaidon IgG-pitoisuuksien olevan 12 tuntia karitsoinnin jälkeen 25,36 mg/ml ja 24 tuntia karitsoinnin jälkeen 11,73 mg/ml. Tämän jälkeen IgG-pitoisuudet alkoivat laskea nopeasti kohti 0-pitoisuutta. Vastaavasti karakul-uuhilla Hashemi ym. (2008) havaitsivat, että korkeimmat IgG-pitoisuudet ternimaidossa olivat 1 tunti karitsoinnin jälkeen, mutta pitoisuudet laskivat merkittävästi 24 tuntia karitsoinnin jälkeen. Hashemi ym. (2008) pohtivat tämän johtuvan siitä, ettei maitorauhaskudos enää kykene siirtämään IgG:tä seerumista maitoon. Karitsalle saatavan immunoglobuliinien määrä siis laskee merkittävästi 24 tunnin sisällä ensimmäisestä imukerrasta. Mikäli karitsa epäonnistuu imemisessä tämän ajan sisällä, ei karitsa saa tarvittavaa määrää IgG:tä.

Chniter ym. (2016) tutkimuksissa karitsoinnin jälkeisellä ajalla oli merkittävä vaikutus ternimaidon sekä karitsan plasman IgG-pitoisuuksiin. Ternimaidon IgG-pitoisuus oli korkeimmillaan karitsointihetkellä (201.3 ± 18.2 mg/ml; $P < 0.05$), ja putosi rajusti ($P < 0.001$) 30%, 49%, 73%, 81% ja 87% 1 – 6 tunnin sisällä, 12, 24, 36 ja 48 tuntia karitsoinnin jälkeen. 48 tuntia karitsoinnin jälkeen, IgG-pitoisuus ternimaidossa oli keskimäärin $25,3 \pm 4,4$ mg/ml. Plasman IgG-pitoisuudet vastasyntyneillä karitsoilla olivat matalimmillaan 1 tunti ($1,1 \pm 0,3$ mg/ml) karitsoinnin jälkeen, kasvoivat 6 tunnin kohdilla ja saavuttivat maksiminsa 24 tuntia ($53,3 \pm 2,7$ mg/ml; $P < 0.001$) karitsoinnista. Tämän jälkeen pitoisuudet vaihtelivat enää vain vähän ennen laskua 48 tuntia syntymän jälkeen.

2.2.9 Lämpökäsittelyn vaikutus ternimaidon immunologisiin parametreihin

Osa infektiosairauksista, esimerkiksi maedi-visna, voi siirtyä karitsaan ternimaidon mukana. Suuri osa maedi-visna viruksella infektoituneista lampaista pysyy oireettomina useiden vuosien ajan, mutta karitsointihetkellä lampaat erittävät virusta ja saavat siten infektion leviämään. Maedi-visnaa vastaan ei ole rokotusta eikä siihen ole hoitoa, joten maedi-visnan leviämistä estetään ruokkimalla karitsoja maedi-visna viruksesta vapaalla ternimaidolla. Lampurit eivät itse pysty erottamaan infektoitumattomia lampaita infektoituneista ja

kantajista. Tämän ongelman ratkaisemiseksi karitsoita voidaan juottaa ternimaitovalmisteilla tai – korvikkeilla, jotka ovat vapaita maedi-visna- viruksesta. Ternimaidon pastöroinnilla voi olla tärkeä rooli maedi-visna- viruksen estämisessä. Immunoglobuliinit sekä ternimaidon muut ainesosat ovat kuitenkin termolabiileja, joten vastasyntyneen karitsan immunoglobuliinien saanti vaarantuu pastöroitua ternimaitoa käytettäessä (Preziuso ym. 2004 ja Alvarez ym. 2005).

Loste ym. (2008) halusivat tutkia ternimaidon lämmittämisen vaikutuksia immunologisiin parametreihin vastasyntyneillä karitsoilla. Heidän tutkimuksessaan 17 karitsaa ruokittiin käsittelemättömällä ternimaidolla ja 18 karitsaa ternimaidolla, joka oli lämpökäsitelty 56 °C:ssa 30 minuutin ajan. Jokaiselta karitsalta otettiin seitsemän verinäytettä aikavälillä 0 – 38 vuorokautta syntymästä. Verinäytteistä tutkittiin IgG:n ja proteiinien lisäksi neutrofiilien solusyöntikykyä (fagosytoosikyky) ja kykyä merkitä solusyötävät kohdepinnat (opsonisaatiokapasiteetti) käyttämällä tutkimusmenetelmänä virtaussytometriaa. Tässä menetelmässä solut tai muut nesteessä olevat hiukkaset lasketaan, ryhmitellään tai muuten määritellään siirtämällä solut yksitellen pienen reiän tai putken läpi. Indikaattorina soluvälitteiselle immunitetille käytettiin reaktioita ihonsisäiselle fytohemagglutiinipistokselle, mikä tutkittiin karitsoilta 8 ja 16 vuorokauden ikäisinä. Karitsoilla, jotka olivat saaneet lämpökäsiteltyä ternimaitoa, oli aluksi matalammat totaaliproteiinipitoisuudet sekä matalammat γ -globuliini- sekä IgG-pitoisuudet 32 vuorokauteen saakka verrattuna karitsoihin, jotka eivät saaneet lämpökäsiteltyä ternimaitoa. Lämpökäsittelyllä ei ollut merkittävää vaikutusta seerumin opsonisaatiokapasiteettiin eikä neutrofiilien fagosytoosikykyyn. Reaktiot fytohemagglutiinille olivat matalammat karitsoilla, jotka olivat saaneet lämpökäsiteltyä ternimaitoa kahdeksan vuorokauden ikäisinä, mutta ei enää 16 vuorokauden ikäisinä. Ternimaidon lämmittäminen ilmeisesti heikensi solupitoisuutta sekä IgG-pitoisuuksia karitsoilla, mutta ei vaikuttanut fagosytoosikykyyn. Nämä ternimaidon muutokset eivät vaikuttaneet karitsoiden terveyteen tai ilmiäsuun (Loste ym. 2008).

Losten ym. (2008) tutkimuksessa IgG-pitoisuudet tuoreessa lämpökäsittelemättömässä ternimaidossa olivat keskimäärin 64,18 mg/ml, kun taas lämpökäsitellyssä ternimaidossa IgG-pitoisuudet olivat keskimäärin 42,06 mg/ml eli 34,48% matalampia. Ternimaidon lämpökäsittely ja kuumentaminen muuttavat karitsoiden immunologisia parametreja,

pääasiassa IgG-pitoisuutta sekä vastetta fytohemagglutiinille. Karitsojen fagosyyttien toiminnan tai selviytymisen suhteen ei havaittu haittoja (Losten ym. 2008).

2.3 Ternimaidon laktoferriini

Laktoferriini on glykoproteiini, joka sitoo rautaa elimistössä. Laktoferriiniä löytyy suurina pitoisuuksina ternimaidosta verrattuna normaaliin maitoon. Laktoferriini vaikuttaa antimikrobisten, anti-inflammatoristen, antioksidanttisten ja antikarsinogeenisten ominaisuuksiensa kautta. Laktoferriini on mukana immunologisten solujen lisääntymisessä, kypsymisessä, liikkumisessa sekä aktivaatiossa (Gocke ym. 2013). Useissa tutkimuksissa vastasyntyneet eläimet, joilla on matalat IgG-pitoisuudet, ovat resistenttejä joillekin sairauksille. Toisaalta osa eläimistä, joilla on riittävät IgG-pitoisuudet, eivät pysty vastustamaan sairauksia (Gilbert ym. 1988, Basoglu ym. 1999 ja Tyler ym. 1999). Tämä osoittaa muiden komponenttien kuten kasvutekijöiden, sytokiinien, akuutin faasin proteiinien ja laktoferriinin tärkeyttä passiivisen immunitetin muodostumisessa (Gocke ym. 2013).

Gocke ym. (2013) tutkivat akkaram-risteytyslampailla laktoferriinin korrelaatiota passiivisen immunitetin muodostumiseen. He selvittivät seerumin laktoferriinipitoisuuden ja IgG-pitoisuuden välistä korrelaatiota terveillä karitsoilla ennen ja jälkeen ternimaidon saannin. Tutkimuksessa selvitettiin ternimaidon laktoferriinipitoisuuden vaikutusta passiiviseen immunitettiin sekä karitsoiden terveyteen. Laktoferriinipitoisuudella oli tärkeä tehtävä sairauksien kehittymisen ennaltaehkäisemisessä sekä passiivisen immunitetin muodostumisessa karitsoilla. Lisäksi he havaitsivat positiivisen korrelaation ternimaidon laktoferriinin sekä IgG-pitoisuuden välillä. Tätä voidaan käyttää ternimaidon laadun mittareina (Gocke ym. 2013).

2.4 Lampaan ternimaidon tutkimusmenetelmät

Passiivisen immunitetin muodostumista voidaan arvioida seerumin kokonaisproteiinipitoisuuden perusteella, mikä heijastaa albumiinin sekä gammaglobuliinien määrää. Menetelmä ei ole kovin spesifinen. Hyvän laboratoriotavan menetelmät ovat parhaimpia IgG-pitoisuuksien mittaamiselle. Näitä hyvän laboratoriotavan menetelmiä ja

testejä ovat radiaalinen immunodiffuusio (RID) sekä ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) (Alves ym. 2015).

Radiaalinen immunodiffuusio (RID) on hyväksi todettu menetelmä IgG-pitoisuuden mittaamiselle seerumista. RID-menetelmää käytetään ternimaidon ja maidon IgG-pitoisuuksien mittaamiseen, vaikka kyseinen menetelmä ei ole referenssimenetelmä. RID on kallis, työläs ja aikaa vievä menetelmä eikä rutiinitoimi ternimaidon IgG-pitoisuuksien mittaamiselle (Lopreiato ym. 2017). Toisaalta RID on sekä spesifinen että kvantitatiivinen IgG:lle (kirjassa Tizard 2013). Useat tutkijat ovat käyttäneet RID-menetelmää ternimaidon analysointiin (Gilbert ym. 1998, Al-Sabbagh ym. 1998, Swanson ym. 2008 ja Higaki ym. 2013).

ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) tarjoaa hyvän laboratoriotavan IgG-pitoisuuden mittaamiselle edullisesti ja nopeasti. Menetelmällä voidaan tutkia useampi näyte samalla kerralla ja menetelmää käytetään myös passiivisen immunitetin epäonnistumisen diagnosoimiseksi. Virallista alinta IgG-pitoisuusarvoa ei ole standardisoitu passiivisen immunitetin epäonnistumisen todentamiseksi (Alves ym. 2015). ELISA-menetelmällä etsitään vasta-aineita tai antigeeniä ja menetelmä on hyvin herkkä (kirjassa Tizard 2013).

ELISA-menetelmän lisäksi, sinkkisulfaattipresipitaatiota eli Zinc sulphate turbidity (ZST)-menetelmää on käytetty passiivisen immunitetin epäonnistumisen arvioimiseksi. Sinkkisulfaatti saostaa seerumin immunoglobuliineja, ja tulos arvioidaan silmämääräisesti arvioimalla seerumiputken sameutta sekä muodostunutta sakkaa silmämääräisesti. Mikäli seerumiputki on sameudeltaan kirkas, ei näytteessä ole immunoglobuliineja. Kevyesti sameassa putkessa immunoglobuliineja on arviolta alle 4 mg/ml. Mikäli havaitaan kevyttä saostumista sekä vähän sakkaa seerumiputken ohjalla, on immunoglobuliineja yli 4 mg/ml. Selkeitä saostumia sekä runsaasti sakkaa pohjalla havaittaessa, immunoglobuliinipitoisuudeksi arvioidaan yli 8 mg/ml (kirjassa Tizard 2013). Tabatabaei ym. (2013) halusivat testata ZST-menetelmän toimivuutta verrattuna RID-menetelmään ternimaidon IgG-pitoisuuden mittaamisessa. He eivät havainneet korrelaatiota menetelmien välillä, joten he eivät suosittele ZST-menetelmää lampaan ternimaidon IgG-pitoisuuden määrittämiseksi.

Kapillaarielektroforeesi (CE-menetelmä) on klinikoilla käytetty menetelmä seerumin proteiinien erottamiseksi ja määrittämiseksi. Viimeisinä vuosina CE-menetelmää on onnistuneesti käytetty myös maidon heraproteiinin analysoimiseksi. Kyseessä on nopea ja helppo menetelmä, joka vaatii vain pienen näytemäärän. Tutkijat ovat olleet kiinnostuneita CE-menetelmän mahdollisuuksista lampaan ternimaidon IgG-pitoisuuksien mittaamiseksi. Ennen kuin CE-menetelmä voidaan hyväksyä vaihtoehtoiseksi analysointimenetelmäksi nykyisin käytettyjen menetelmien rinnalle, tulisi menetelmän toimivuus standardisoida (Lopreiato ym. 2017). Lopreiato ym. (2017) tutkivatkin CE-menetelmän toimivuutta ternimaidon IgG-pitoisuuden tutkimisessa RID-menetelmään verrattuna. He käyttivät tutkimuksessa 35 sarda-rotuista uuhia. IgG-pitoisuudet vaihtelivat RID-menetelmällä välillä 3,81 – 163,40 g/l ja CE-menetelmällä 3,80 – 165,10 g/l. IgG-pitoisuuksien keskiarvo RID-menetelmällä mitattuna oli $54,76 \pm 41,82$ g/l ja CE-menetelmällä $54,70 \pm 41,43$ g/l. Tutkijoiden mukaan CE-menetelmä tarjoaa luotettavan, nopeamman ja edullisemmän vaihtoehdon ternimaidon IgG-pitoisuuden mittaamiselle (Lopreiato ym. 2017).

Lehmien ternimaidon laadun mittaamisessa tiloilla käytetään usein optista Brix-refraktometriä. Refraktometrillä mittaaminen on nopeaa ja lehmien ternimaidon laadun osalta melko tarkkaa. Lehmien ternimaito on kuitenkin laimeampaa uuhien ternimaitoon verrattuna, joten lehmän ternimaidon raja-arvot eivät ole suoraan sovellettavissa uuhille (Harker 1978, Quigley ym. 2013).

2.5 Ternimaidon imeytyminen

Lampailla istukka on syndesmokoriaalinen eli uuhien istukassa ei ole epiteeliä, jolloin istukan sikiönpuoleinen osa on uuhien kudosten kanssa suorassa kontaktissa. Lampaan istukassa on siis viisi solukerrosta, jotka erottavat emän ja sikiön verenkierron toisistaan: uuhien endoteeli ja sidekudos sekä sikiön trofoblasti, endoteeli ja sidekudos (Attila ja Sandholm 1998). Lampaiden istukka ei siten läpäise immuunisysteemin komponentteja uudesta sikiöön (kirjassa Tizard 2013). Riittävä ternimaidon saanti perustuu kahteen tärkeään tekijään: karitsan kykyyn imeä tarpeeksi voimakkaasti tarvittava määrä ternimaitoa emän utareesta sekä uuhien ternimaidosta saatavien immunoglobuliinien riittäviin pitoisuuksiin ja määriin (Christley ym. 2003).

18 – 26 ° C:n olosuhteissa karitsat tarvitsevat synnyttyään 50 ml ternimaitoa painokiloa kohden ensimmäisten 18 elintuntinsa aikana energiavarastojen täydentämiseksi sekä hypotermian ennaltaehkäisemiseksi (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Mellor ja Murray (1986) suosittelevat karitsan ternimaitoannokseksi 180 – 210 ml painokiloa kohden karitsan ensimmäisten 18 elintunnin aikana. Morrical ym. (1995) mukaan riittävä ternimaidon määrä on 10% syntymäpainosta 24 tunnin sisällä syntymästä. Joka tapauksessa tarvittavan ternimaidon määrä riippuu paljon siitä, miten paljon energiaa karitsa tarvitsee lämmöntuotantoon ja olosuhteista, joihin karitsa syntyy (Mellor ja Murray 1986). McCance ja Alexander (1959) laskivat, että 3,5 kg painoinen karitsa tuottaa lämpöä laidunolosuhteissa noin 0,19 MJ/h, mikä edellyttää noin 30 ml ternimaitoa. Tämän mukaan vastasyntynyt karitsa tarvitsisi ternimaitoa 180 – 290 ml syntymäpainokiloa kohden ensimmäisten 18 elintunnin aikana (Mellor ja Murray 1986). Tämän lisäksi välitön tarve hypotermian ehkäisemiseksi heti syntymän jälkeen on noin 50 ml/kg (Robinson ym. 2002). McCance ja Alexander (1959) mukaan tuulisissa olosuhteissa ja karitsan ollessa märkä, ternimaidon tarve nousee 150%. Katsauksessa Banchemo ym. (2015) arvioivat karitsan tarvitsevan ternimaitoa 200 ml/kg syntyessään lauhkeassa ilmastossa ensimmäisten 18 elintunnin aikana ja 50% enemmän sateisissa ja tuulisissa olosuhteissa. 25% tästä ternimaidosta tulisi saada heti syntymän jälkeen, jotta karitsan selviytymisennuste paranee. Kylmissä olosuhteissa karitsa tarvitsee enemmän energiaa ja siten enemmän ternimaitoa (katsauksessa Banchemo ym. 2015).

Vastasyntyneillä karitsoilla on vararavintoa elimistössään hyvin vähän ja maksan ja lihasten glykokeenivarastot ovat pienet ensimmäisten elinpäivien ajan (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Lisäksi vastasyntyneet karitsat ovat märkiä ja niillä on paljon haihduttavaa pinta-alaa suhteessa elopainoonsa, joten ne kylmettyvät erittäin helposti. Alilämpö on rasite elimistölle, se altistaa sairauksille ja voi tappaa nopeasti. Hypotermia on maailmalla vastasyntyneiden karitsojen yleisimpiä kuolinsyitä. Jos karitsat eivät saa ternimaitoa pian syntymänsä jälkeen, niiden veren glukoosipitoisuus laskee liian alas eivätkä karitsat pysty enää pitämään yllä lämmöntuotantoaan (Dwyer 2008). Aikaisella ternimaidon riittävällä saannilla on lisähyötyjä, sillä se nostaa karitsan lämmöntuottoa 17% vaikka elimistön energiavarastot olisivatkin täynnä. Optimaalisissa olosuhteissa vastasyntyneet karitsat saavat riittävästi ternimaitoa

tydyttääkseen hiilihydraattitarpeensa ensimmäisten 14 – 24 elintunnin aikana (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Keskimäärin 72 tunnissa ternimaito muuttuu normaaliksi maidoksi (katsauksessa Yilmaz ym. 2013).

2.6 Vastasyntyneen karitsan immuunisysteemin kehittyminen

Ternimaidolla on tärkeä merkitys passiivisen immunitetin kehittämisessä. Se edistää ruuansulatuskanavan kehittymistä, vaikuttaa endokriiniseen sekä metaboliseen elinjärjestelmään ja tarjoaa tärkeän energianlähteen nuorille karitsoille lämmöntuotannon aloittamiseen sekä hypotermian ennaltaehkäisemiseen. Ternimaidolla on laksatiivisia vaikutuksia, mikä parantaa mekoniumin poistumista suolistosta (katsauksessa Yilmaz ym. 2013). Lampaan syndesmokoriaalisen istukan vuoksi vastasyntyneet karitsat ovat huomattavan hypogammaglobulinemisia ja tarvitsevatkin immunoglobuliineja immuunipuolustuksensa kehittämiseksi ja saamiseksi. Vastasyntyneillä karitsoilla suolisto sulkeutuu immunoglobuliinien imeytymisen osalta 24 – 36 tunnin sisällä syntymästä, joten passiivinen immunitetti täytyy saavuttaa lyhyen aikaikkunan sisällä (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Keskimääräinen aika suoliston sulkeutumiselle eri immunoglobuliinien osalta ovat IgG:lle 26,4 tuntia, IgM:lle 25 tuntia ja IgA:lle 26 tuntia (katsauksessa Yilmaz ym. 2013). Ternimaidon imeminen pyrkii nopeuttamaan tätä suoliston sulkeutumista, kun taas ternimaidon saannin viivästyminen johtaa viiveeseen suoliston sulkeutumisessa (kirjassa Tizard 2013).

Suurin osa maitorauhaskudoksen kehittämisestä tapahtuu viimeisen tiineyskuukauden aikana, ja viikko ennen karitsointia maitorauhaskudos kasvaa merkittävästi kokoa. Tämä merkittävä koon kasvu on yhteydessä massiiviseen ternimaidon synteisiin laktogeneesi II kautta (katsauksessa Banchero ym. 2015). Viimeisten viiden tiineysviikon aikana plasmasolut syntetisoivat IgA-, IgG- sekä IgM-molekyylejä maitorauhaskudoksen epiteelin limakalvonalauskudokseen. Samaan aikaan IgG-molekyylit siirtyvät verestä transudaattina maitorauhaskudokseen pinosytoosin kautta. Tähän ajanjaksoon liittyy myös estrogeenin nousu emän elimistössä. FcRn-reseptorit maitorauhaskudoksessa sitovat IgG:tä selektiivisesti ja siirtävät sen soluun transkapillaarisen muutoksen avulla. IgG siirtyy maitorauhaskudoksen

sisätilaan ja asteittain ternimaitoon. Nopeasti ternimaidon IgG-pitoisuudet ovat 3 – 12 kertaa suurempia kuin seerumissa ja seerumin IgG -pitoisuus laskee noin 50% (katsauksessa Yilmaz ym. 2013).

Ternimaidon immunoglobuliinipitoisuus laskee nopeasti, yleensä 24 tunnin kuluessa, joten varhainen imetys on edellytys tehokkaalle immunoglobuliinien siirtymiselle vastasyntyneeseen karitsaan (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Kaikki immunoglobuliiniluokat imeytyvät märehtijöillä, tosin IgA imeytyy vähitellen ja hitaammin kuin muut immunoglobuliiniluokat (kirjassa Tizard 2013). Osa ternimaidon IgG:stä imeytyy suolistosta muualle elimistöön, kun taas osa siitä jää suolistoon ja neutraloi patogeenisia bakteereita (katsauksessa Yilmaz ym. 2013). Uuhella IgE-pitoisuudet ternimaidossa ovat keskimäärin kolme kertaa korkeammat kuin uuhien seerumissa. IgE:tä ei esiinny karitsan seerumissa ennen ternimaidon imemistä, mutta IgE-pitoisuus nousee samalle tasolle kuin uuhilla noin kahden vuorokauden kuluessa. Tämän jälkeen karitsan IgE-pitoisuus alkaa laskea tasaisesti useamman viikon ajan (kirjassa Tizard 2013).

Vastasyntyneen karitsan riittävän imemiskäyttäytymisen varmistaminen ja karitsan ja sen emän yhteistyö ovat merkittäviä tekijöitä riittävän immunologisen suojan aikaansaamiseksi. Emän riittävän immunoglobuliinitarjonnan varmistaminen on hyödyllistä (katsauksessa Dwyer ym. 2016). Dwyer ym. (2016) katsauksen tilatietojen mukaan 22% uuhista tuotti <50 mg/ml IgG:tä karitsointihetkellä, mitä pidetään riittämättömänä määränä karitsan tarpeiden täyttämiseksi. Karitsan selviytymisen kannalta merkittävintä on, että vastasyntynyt karitsa pääsee hyvin emänsä utareelle ja imee riittävästi ternimaitoa mahdollisimman pian syntymänsä jälkeen (Gonzalez ja Goddard 1998).

Vastasyntyneille karitsoille olisi parasta, jos ne itse löytäisivät emänsä utareen imeäkseen ternimaitoa. Jos karitsa ei kuitenkaan onnistu tässä kahden tunnin kulussa, tulee aloittaa keinoruokinta ternimaidolla. Ternimaidolla keinoruokitut karitsat ovat vähemmän aktiivisia sekä näiden emät hoitavat vähemmän karitsoitaan verrattuina luonnollisesti imetettyihin karitsoihin. Keinoruokinta voi suuresti haitata emän ja karitsan välistä leimautumista

(Gonzalez ja Goddard 1998). Myös kirjassa Tizard (2013) todetaan emän läsnäolon parantavan immunoglobuliinien imeytymistä.

2.7 Passiivisen immuniteetin epäonnistuminen

Riittämätön ternimaidon saanti on toiseksi suurin syy karitsakuolleisuuteen synnytyksen jälkeen. Alhainen ternimaidon ja karitsan plasman immunoglobuliinipitoisuus 24 tuntia syntymän jälkeen on liitetty karitsakuolleisuuteen. Tämä korostaa vastasyntyneen karitsan laadukkaan ternimaidon saamisen tärkeyttä (katsauksessa Dwyer ym. 2016).

Passiivisen immuniteetin kehittyminen epäonnistuu kolme tekijän vuoksi. Ensimmäinen syy on, että uuhi tuottaa liian vähän ternimaitoa tai että ternimaidon laatu on heikko (häiriö tuotannossa). Toinen syy on, että ternimaitoa tuotetaan riittävästi, mutta vastasyntynyt karitsa ei ime riittävästi ternimaitoa (häiriö ingestiossa). Kolmas syy on, että ternimaito ei imeydy toivotusti karitsan ruuansulatuskanavasta (häiriö imeytymisessä). Lampailla riittämättömään ternimaidon saantiin voi esimerkiksi johtaa tilanne, jossa karitsoja syntyy useampi samaan katraaseen, jolloin tuotetun ternimaidon määrä ei nouse riittävästi suhteessa syntyneiden karitsojen määrään. Riittämättömään ternimaidon saantiin voi liittyä emän huonot äidinvaistot, joita voi esiintyä esimerkiksi nuorilla ja kokemattomilla uuhilla. Vastasyntynyt karitsa voi olla liian heikko imeäkseen ternimaitoa tai utareen vedin voi olla esimerkiksi vioittunut (kirjassa Tizard 2013). Christley ym. (2002) raportoivat tutkimuksensa tuloksissa, että karitsojen seerumin immunoglobuliinipitoisuuksien erot johtuivat 56% karitsoista (esimerkiksi imetyn ternimaidon määrä), 36% uuhesta ja 7% tilaongelmasta.

Useat eri tutkimukset kertovat korrelaatiosta neonataalisairauksien ja karitsojen liian alhaisen seerumin kokonaisimmunoglobuliini- ja IgG-pitoisuuksien välillä (Vihan 1988, Gilbert ym. 1988, Bekele ym. 1992, Christley ym. 2003, Massimini ym. 2006 ja Andres ym. 2007). Vihan (1988) havaitsi tutkimuksessaan, että pulloruokituilla karitsoilla kuolleisuus oli korkeampi kuin karitsoilla, joita oma uuhi imetti. Pulloruokituilla karitsoilla oli myös matalammat

immunoglobuliinipitoisuudet kuin uuhien kasvattamilla karitsoilla. Lisäksi pulloruokituilla karitsoilla painonnousu oli hitaampaa. He totesivat, että karitsoilla, joilla kokonaisimmunoglobuliinipitoisuudet seerumissa olivat alle 0,5g/100 ml 24 tunnin ikäisenä eivät keskimäärin selvinneet syntymänjälkeisestä ajasta. Karitsoilla, joilta rajoitettiin ternimaidon saantia, kuolleisuus oli 20%. Bekele ym (1992) havaitsivat tutkimuksessaan Ethiopian highland-rotuisilla kuolleilla karitsoilla keskimääräiseksi seerumin IgG-pitoisuudeksi $3,33 \pm 2,01$ g/100 ml. Tabatabaei ym. (2013) havaitsivat tutkimuksessaan, että IgG-pitoisuuden keskiarvo ternimaidossa lori bakhtiari-rotuisilla uuhilla, joilla oli kuolleita karitsoja, oli $41,93 \pm 6,07$ mg/ml, mikä oli merkittävästi vähemmän ($P < 0,05$) kuin keskimäärin uuhilla, joiden jälkeläisillä ei esiintynyt karitsakuolleisuutta ($50,58 \pm 2,17$ mg/ml).

3 POHDINTA

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, mitä tutkimuksia lampaan ternimaidosta ja sen laatuun vaikuttavista tekijöistä on tehty. Maailmanlaajuisesti tutkimuksia lampaan ternimaidosta oli tehty selvästi vähemmän kuin esimerkiksi nautapuolella lehmien ternimaidosta. Olin yllättynyt, kuinka paljon tutkimuksia lampaiden ternimaidosta oli tehty Lähi-Idän maissa. Vaikka suomalaisia tutkimuksia lampaan ternimaidosta ja sen laadusta ei ole tehty, on suomenlampaita, Suomen yleisimmän lammasrodun edustajia, käytetty ulkomaisissa ternimaitotutkimuksissa. Nämä ulkomaiset suomenlampaita ja niiden risteytyksiä koskevat tutkimukset olivat kuitenkin melko vanhoja, 1980-luvun loppupuolella tehtyjä. Monessa tutkimuksessa lähtökohtana on ollut karitsakuolleisuuden vähentäminen ja siihen vaikuttaneiden tekijöiden selvittäminen. Tämä on johtanut tarkempaan tutkimukseen ternimaidon IgG-pitoisuuksista etenkin tutkimuksen kohdemaan lammastalouden tyypillisimmiltä lammasroduilta.

Lampaiden ravitsemuksesta on tehty paljon tutkimuksia ja maidontuotannon osalta tiedetään, että ravintoa on saatava riittävästi. Tutkimuksissa oltiin yhtä mieltä uuhien suositellun astutushetken kuntoluokan 3 – 3,5 hyödyistä uuhelle sekä karitsaille. Aliravitsemuksesta ja alhaisesta kuntoluokasta on vain haittaa uuhelle ja karitsalle eikä se paranna ternimaidon laatua. Aliravitsemuksessa on kyse myös eläinsuojelullisesta näkökulmasta katsottuna hyvin vakavasta asiasta.

Uuhien iän vaikutuksesta ternimaidon laatuun on ristiriitaisia tuloksia. Karitsointikerran vaikutuksesta ternimaidon IgG-pitoisuuksiin oli yhteneväisempiä tuloksia siten, että suurimmassa osassa tutkimuksista havaittiin korkeammat ternimaidon IgG-pitoisuudet ensimmäistä kertaa karitsoivilla uuhilla. Ensimmäistä kertaa karitsoivat tuottavat yleensä vähemmän ternimaitoa, jolloin IgG-pitoisuuskin nousee. Toisaalta useamman kerran karitsoineet uuhet tuottavat enemmän ternimaitoa, jolloin suurempi tuotetun ternimaidon määrä voi mahdollisesti kompensoida alhaisempaa IgG-pitoisuutta. Pohdinkin, että yhden karitsan kannalta ei välttämättä ole väliä, onko sen emä ensikertalainen vai karitsoinut jo aiemmin. Useamman karitsan katraissa tuotetun ternimaidon määrät sekä IgG-pitoisuudet

olivat suurempia kuin yhden karitsan katraissa. Useamman karitsan katraissa ternimaidon IgG-pitoisuus suhteessa yhtä karitsaa kohti oli pienempi, jolloin passiivisen immunitetin saavuttaminen voi vaarantua. Useamman karitsan katraissa karitsat ovat myös usein pienempiä, mikä lisää tutkitusti karitsakuolleisuusriskiä. Useissa tutkimuksissa oli ristiriitaisia tuloksia ternimaitoon vaikuttavien tekijöiden osalta. Ristiriitaiset tulokset voivat johtua lähtökohtaisesti siitä, että ternimaitoon vaikuttaa niin moni tekijä ja monessa tutkimuksessa pyrittiin tutkimaan useampaan ternimaitoon vaikuttavaa tekijää yhtä aikaa.

Mielenkiintoinen löydös oli uuhien temperamentin vaikutus ternimaidon laatuun, mikä korostaa myös tiineyden aikaisten stressittömien olosuhteiden tärkeyttä. Toisaalta voidaan ajatella hyvähermoisten, rauhallisten uuhien jalostamisen olevan kustannustehokkaampaa, sillä tutkimuksen mukaan rauhalliset uuhet eivät hyvässä kuntoluokassa hyötäneet entisestään lisäravinnosta. Rauhalliset, kokeneet ja hyvät emänvaistot omaavat uuhet ovat arvokkaita laadukkaan ternimaidon tuottajia. Lampurin kannattaa panostaa stressittömään ympäristöön, jossa uuhien riittävästä ravinnonsaannista huolehditaan ja karitsointiolosuhteet ovat suojaiset sekä tarpeeksi lämpimät.

Lammasrotujen sisällä ternimaidon IgG-pitoisuuksissa oli isoa vaihtelua, jota ei voida selittää pelkästään ympäristö- ja ruokintatekijöillä. Tämän takia nopea ja edullinen ternimaidon IgG-pitoisuuksien tutkimusmenetelmä olisi jalostuksen kannalta hyödyllinen tiloilla. Näin lampuri voisi itse tehdä jalostusvalintoja ottaen huomioon ternimaidon IgG-pitoisuudet. Ternimaidon IgG-pitoisuuden tutkimusmenetelmistä radiaalinen immunodiffuusio (RID) oli tutkimuksissa ELISA-menetelmää käytetympi menetelmä, mikä oli mielestäni yllättävää. RID on työläämpi ja kalliimpi menetelmä ELISA-menetelmään verrattuna. Tulevaisuudessa toivottavasti tehdään lisää tutkimuksia kapillaarielektroforeesin (CE) toimivuudesta IgG-pitoisuuden mittaamisessa. CE-menetelmä voi tarjota tulevaisuudessa luotettavan ja kustannustehokkaamman vaihtoehdon tutkimusmenetelmäksi esimerkiksi suositun RID-menetelmän rinnalle. Lisätutkimuksia CE-menetelmän toimivuudesta kuitenkin tarvitaan, jotta CE-menetelmä voidaan todeta luotettavaksi. Passiivisen immunitetin onnistumisen mittaamiseksi olisi tärkeää kehittää lampailla luotettava keino tilatasolla mitata ternimaidon

IgG-pitoisuutta. Lehmillä on jo tiloilla käytössä optisia refraktometreja ternimaidon laadun mittaamiseen. Koska lehmien ternimaito on laimeampaa kuin uuhien, ei lehmien raja-arvoja voida suoraan soveltaa uuhille. Olisi hyvä määrittää ja standardisoida uuhien ternimaidolle sopiva minimiraja-arvo refraktometrille, jolloin lampurit voisivat hyödyntää refraktometria paremmin.

Suomalaiselle lampaanlihalle on kysyntää ja lähiruuan suosio on kasvanut tiedostavien kuluttajien keskuudessa. Suomen lammastaloudessa on edelleen kasvupotentiaalia ja laadukkaan ternimaidon takaaminen sekä karitsakuolleisuuden ennaltaehkäisy ovat avaintekijöitä lammastalouden kannattavuudelle.

4 KIRJALLISUUSLUETTELO

Aiello S.E. Serum biochemical reference range. The Merck Veterinary Manual (ed. SE Aiello), 1998, 2192-2193. Merck & Co. Inc, Whitehouse Station, Philadelphia, USA.

Al-Sabbagh T.A., Swanson L.V., Thompson J.M. The effect of ewe body condition at lambing on colostral immunoglobulin G concentration and lamb performance. J Anim Sci 1995, 73:2860-2864.

Alvares V., Arranz J., Daltaibuit-Test M., Leginaikoa I., Juste R.A., Amorena B., de Andrés D., Luján L., Badiola J.J., Berriatúa E. Relative contribution of colostrum from Maedi-Visna virus (MVV) infected ewes to MVV-seroprevalence in lambs. Res Vet Sci 2005, 78:237-243.

Alves A.C., Alves N.G., Ascari I.J., Junqueira F.B., Coutinho A.S., Lima R.R., Pérez J.R.O., De Paula S.O., Furusho-Garcia I.F., Abrey L.R. Colostrum composition of Santa Inês sheep and passive transfer of immunity to lambs. J Dairy Sci 2015, 98:3706-3716.

Andres S., Jimenez A., Sanchez J., Alonso J.M., Gomeza L., Lopez F., Rey J. Evaluation of some etiological factors predisposing to diarrhea in lambs in "La Serena" (Southwest Spain). Small Ruminant Res 2007, 70:272-275.

Anugu S., Ptersson-Wolfe C.S., Combs Jr G.F. ja Petersson K.H. 2012. Effect of vitamin E on the immune system of ewes during late pregnancy and lactation. Small Ruminant Res 2013, 111:83-89.

Attila M., Sandholm M. Lääkeaineet eläimissä - farmakokinetiikan perusteet. 2. painos, s.110-111. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1998.

Banchero G.E., Quintans G., Martin G.B., Lindsay D.R., Milton J.T.B. Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reprod Fert Develop* 2004, 16:633-643.

Banchero G.E., Quintans G., Vazquez A., Gigena F., La Manna A., Lindsay D.R., Milton J.T.B. Effect of supplementation of ewes with barley or maize during the last week of pregnancy on colostrum production. *Animal* 2007, 1:625-630.

Banchero G.E., Milton J.T.B., Lindsay D.R., Martin G.B., Quintans G. Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply. *Animal* 2015, 9:5:831-837.

Basoglu A., Camkerten I., Sevinc M. 1999. Serum immunoglobulin concentrations in diarrheic calves and their measurement by single radial immunodiffusion. *Isr J Vet Med* 1999, 54:9-10.

Bekele T., Otesile E.B., Kasali O.B. Influence of passively acquired colostral immunity on neonatal lamb mortality in Ethiopian highland sheep. *Small Ruminant Res* 1992, 9:209-215.

Castro N., Capote J., Batista M., Bruckmaier R.M., Argüello A. 2011. Effects of induced parturition in goats on immunoglobulin G and chitotriosidase activity in colostrum and plasma and on plasma concentrations of prolactin. *Domest Anim Endocrin* 2011, 40:192-196.

Chniter M., Salhi I., Harrabi H., Khorchani T., Lainé A-L., Nowak R., Hammadi M. Physiological changes in the peri-partum period and colostral IgG transfer in prolific D'man sheep: effects of parity and litter size. *Trop Anim Health Prod* 2016, 48:387-394.

Christley R.M., Morgan K.L., Parkin T.D.H ja French N.P. Factors related to the risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. Preventative Vet Med 2003, 57: 209-226.

Ciuryk S., Molik E., Kaczor U., Bonczar G. Chemical composition of colostrum and milk of polish merino sheep lambing at different times. Archiv Tierz 2004, 47: 129-134.

Csapó J., Csapó-Kiss Z., Martin T.G., Szentpeteri J., Wolf G. 1994. Composition of Colostrum from Goats, Ewes and Cows Producing Twins. Int Dairy J 1994, 4:445-458.

Daniels J.T., Hartfield P.G., Burgess D.E., Kott R.W., Bowman J.G. 2000. Evaluation of ewe and lamb immune response when ewes were supplemented with vitamin E. J Anim Sci 2000, 78:2731-2736.

Dwyer C.M., Morgan C.A. 2006. Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effects of breed, birth weight and litter size. J Anim Sci 2006, 84:1093-1101.

Dwyer C.M. The welfare of the neonatal lamb. Small Ruminant Res 2008, 76:31-41.

Dwyer C.M., Conington J., Corbiere F., Holmoy I.H., Muri K., Nowak R., Rooke J., Vipond J., Gautier J.-M. Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: science into practice. Animal 2016 ,10:3: 449-459.

Eläinten terveys ETT ry. Lampaiden ja vuohien kuntoluokitus.
https://www.ett.fi/sites/default/files/user_files/terveydenhuolto/Lammas-th/Lampaiden%20ja%20vuohien%20kuntoluokitus.pdf , haettu 20.3.2019.

Gallo C., Davies D.A.R. 1987 Relationship of litter size and colostrum characters in Cambridge and Suffolk x Cambridge ewes. Arch Med Vet 1987, 19:47-55.

Gentry P., Ross T., Oetting B., Birch K. 1992. Effects of supplemental D-alpha tocopherol on pre-weaning lamb performance, serum and colostrum tocopherol levels and IgG titers. Sheep and Goat Research Journal 1992, 8:95-100.

Gilbert R.P., Gaskins C.T., Hillers J.K., Parker C.F., McGuire T.C. Genetic and environmental factors affecting immunoglobulin G1 concentrations in ewe colostrum and lamb serum. J Anim Sci 1988, 66:855-863.

Godden S. 2008. Colostrum management for dairy calves. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2008, 24:19-39.

Gokce E., Atakisi O., Kirmizigul A.H., Unver A, Erdogan H.M. Passive immunity in lambs: Serum lactoferrin concentrations as a predictor of IgG concentration and its relation to health status from birth to 12 weeks of life. Small Rum Res 2013, 116:219-228.

Gonzalez S.G., Goddard P.J. The provision of supplementary colostrum to newborn lambs: effects on post-natal lamb and ewe behavior. Appl Anim Behav Sci 1998, 61:41-50.

Hall D.G., Holst P.J., Shutt D.A. 1992. The effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasma progesterone and IGF-1 concentrations. Aust J Agr Res 1992, 43:321-337.

Harker D.B. A simple estimation of the immunoglobulin content of ewe colostrum. *Veterinary Record* 1978, 103:8-9.

Hart K., Chadwick A., Sebe F., Poindron P., Nowak R., Blache D. Colostrum quality of ewes of calm temperament have a greater concentration of immunoglobulin G in their colostrum than nervous ewes. *Proc Assoc Adv Anim Breed Genet* 2006, 18:576-579.

Hartmann P.E. Changes in the composition and yield of the mammary secretion of cows during the initiation of lactation. *J Endocrinol* 1973, 59:231-247.

Hashemi M., Zamiri M.J., Safdarian M. Effects of nutritional level during late pregnancy on colostrum production and blood immunoglobulin levels of Karakul ewes and their lambs. *Small Ruminant Res* 2008, 75:204-209.

Hawken P.A.R., Williman M., Milton J., Kelly R., Nowak R., Blache D. Nutritional supplementation during the last week of gestation increased the volume and reduced the viscosity of colostrum produced by twin bearing ewes selected for nervous temperament. *Small Ruminant Res* 2012, 105:308-314.

Higaki S., Nagano M., Katagiri S., Takahashi Y. Effects of parity and litter size on the energy contents and immunoglobulin G concentrations of Awassi ewe colostrum. *Turk J Vet Anim Sci* 2013, 37:109-112.

Hine B.C., Hunt P.W., Beasley A.M., Windon R.G., Glover S.A ja Colditz I.G. 2010. Selective transport of IgE into ovine mammary secretions. *Res Vet Sci* 2010, 89:184-190.

Hokkanen Ann-Helena. Ternimaito on korvaamattoman tärkeää! Lamma & vuohi 2014, 5: 26–28.

Holst P.J., Hall D.G. ja C.J.Allan. Ewe colostrum and subsequent lamb suckling behavior. Australian Journal of Experimental Agriculture 1996, 36:637-640.

Holst P.J., Hall D.G., Lee G.J. 2005. Colostrum production and hormone responses of parturient ewes fed varying amounts and types of supplement. Australian Journal of Experimental Agriculture 45, 1231-1238.

Hadjipanayiotou M. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. Small Ruminant Res 1995, 18: 255-262.

Jalilian M.T., Moeini M.M. The effect of body condition score and body weight of sanjabi ewes on immune system, productive and reproductive performance. Acta Agr Slov 2013, 102:2:99-106.

Jian X., Hu J., Thirumalai D., Zhang X. Immunoglobulin transporting receptors are potential targets for the immunity enhancement and generation of mammary gland bioreactor. Front Immunol 2016, 7:214.

Kehoe S.I., Heinrichs A.J., Moody P.A.S., Jones M.L., Long M.R. Comparison of immunoglobulin G concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrums. Prof Anim Sci 2011, 27:176-180.

Koyuncu M. ja Yerlikaya H. Effect of selenium-vitamin E injection of ewes on reproduction and growth of their lambs. S Afr J Anim Sci 2007, 37:233-236.

Kuhn N.J. 1983. The biochemistry of lactogenesis. In Biochemistry of lactation (ed. T.B. Mephan), pp.351-379. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, The Netherlands.

Lérias J.R., Hernández-Castellano L.E., Suárez-Trujillo A, Castro N., Poulis A. ja Almeida A.M. 2014. The Mammary gland in small ruminants: major morphological and functional events underlying milk production – a review. J Dairy Res 2014, 81:304-318.

Lipko-Przybylska J., Albera E., Kankofer M. Comparison of antioxidant defence parameters in colostrum and milk between Berrichon du Cher ewes and Uhrusk ewes. J Dairy Res 2010, 77:117-122.

Lopreiato V., Ceniti C., Trimboli F., Fratto E., Marotta M., Britti D., Morittu M. Evaluation of the capillary electrophoresis method for measurement of immunoglobulin concentration in ewe colostrum. J Dairy Sci 2017, 100: 6465-6469.

Loste A., Ramos J.J., Fernández A., Ferrer L.M., Lacasta D., Verde M.T., Marca M.C., Ortín A. Effect of colostrum treated by heat on immunological parameters in newborn lambs. 2007. Livest Sci 2008, 117:176-183.

Maden M., Altunok V., Birdane F.M., Aslan V., Nizamlioglu M. Blood and Colostrum/Milk Serum c-Glutamyltransferase Activity as a Predictor of Passive Transfer Status in Lambs. J Vet Med B 2003, 50:128-131.

Maltier J.P., Legrand C., Breuiller M. 1993. Parturition. In: Reproduction in mammals and man (ed. C.Thibault, M.C.Levasseur and R.H.F.Hunter), pp. 481-501. Ellipses, Paris, France.

Massimini G., Peli A., Boari A., Britt I.D. Evaluation of assay procedures for prediction of passive transfer status in lambs. *Am J Vet. Res* 2006, 67:593-598.

McCance I ja Alexander G. The onset of lactation in the Merino ewe and its modification by nutritional factors. *Aust J Agr Res* 1959, 10:699-719.

McNeill D.M., Murphy P.M., Lindsay D.R. Blood lactose v. milk lactose as a monitor of lactogenesis and colostrum production in Merino ewes. *Aust J Agr Res* 1998, 49:581-587.

Mellor D.J., Murray L. Effects of maternal nutrition on the availability of energy in the body reserves of fetuses at term and in colostrum from Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Res Vet Sci* 1985a 39:235-240.

Mellor D.J., Murray L. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Res Vet Sci* 1985b, 39:230-234.

Mellor D.J., Flint D.J., Vernon R.G., Forsyth I.A. Relationships between plasma hormone concentrations, udder development and the production of early mammary secretions in twin-bearing ewes on different planes of nutrition. *Q J Exp Physiol Cms* 1987, 72:345-356.

Meyer A.M., Reed J.J., Neville T.L., Thorson J.F., Maddock-Carlin K.R., Taylor J.B., Reynolds L.P., Redmer D.A., Luther J.S., Hammer C.J., Vonnahme K.A., Caton J.S. 2011. Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparous ewes. *J Anim Sci* 2011, 89:1627-1639.

Morriscal D., Hatwig N.R., Youngs C. 1995. Colostrum and health of newborn lambs. Sheep Management Fact sheet 12. Iowa State University, Ames.

MTK, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto, Lammas- ja vuohitalous.
[https://www.mtk.fi/maatalous/maatalous_suomessa/lammas-
_ja_vuohitilat_1/fi/FI/lammas- ja vuohitilat/](https://www.mtk.fi/maatalous/maatalous_suomessa/lammas-ja_vuohitilat_1/fi/FI/lammas-ja_vuohitilat/) . Haettu 17.3.2018.

Nowak R., Poindron P. From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. Reprod Nutr Dev 2006, 46:431-446.

Prezioso S., Renzoni G., Allen T.E., Taccini E., Rossi G., DeMartini J.C., Braca G. Colostral transmission of Maedi-Visna virus: sites of viral entry in lambs born from experimentally infected ewes. Vet Microbiol 2004, 104:157-164.

Quigley J.D., Lago A., Chapman C., Erickson P., Polo J. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. J Dairy Sci 2013, 96:1148-1155.

Robinson J.J., Rooke J.A., McEvoy T.G. 2002. Nutrition for conception and pregnancy. In Sheep nutrition (ed. Freer M. ja Dove H.), pp. 189-211- CABI Publishing in Association with CSIRO Publishing, Canberra, Australia.

Rosales-Nieto C.A., Meza-Herrera C.A., Morón Cedillo F.J., Flores Najes M.J., Gámez Vázquez H.G., Cuevas Reyes V., Liu S.M. Effects of vitamin E supply during late gestation and early lactation upon colostrum composition, milk production and quality in nutritional restricted ewes. Small Ruminant Res 2015, 133:77-81.

Shubber A.H., Doxey D.L. Immunoglobulin content of ewe colostrum: comparison between the right and left sides of the udder. *Vet Sci Comm* 1978, 2:141-144.

Swanson T.J., Hammer C.J., Luther J.S., Carlson D.B., Taylor D.B., Redmer D.A., Neville T.I., Reed J.J., Reynolds L.P., Caton J.S., Vonnahme K.A. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. *J Anim Sci* 2008, 86:2415-2423.

Tabatabaei S., Gholamreza N., Vatankhah M., Sharifi H., Alidadi N. Variation in colostral immunoglobulin G concentration in fat tailed sheep and evaluation of methods for estimation of colostral immunoglobulin content. *Acta Vet BRNO* 2013, 82:271-275.

Thomas V.M., McInerney M.J., Kott R.W. Influence of body condition and lasalocid during late gestation on blood metabolites, lamb birth weight and colostrum composition and production in Finn-cross ewes. *J Anim Sci* 1988, 66:783-791.

Tizard I.R. *Veterinary Immunology*. Eight Edition. Saunders Elsevier. Texas, Yhdysvallat. 2013.

Tyler J.W., Parish S.M., Besser T.E., van Metre D.C., Barrington G.M., Middleton J.R. Detection of low serum immunoglobulin concentrations in clinically ill calves. *J Vet Intern Med* 1999, 13:40-43.

Vatankhah M., Talebi M.A., Zamani F. Relationship between ewe body condition score (BCS) at mating and reproductive and productive traits in Lori-Bakhtiari sheep. *Small Ruminant Res* 2012, 106:105-109.

Vihan V.S. Immunoglobulins levels and their effect on neonatal survival in sheep and goat. Small Ruminant Res 1988, 1:135-144.

Waelchli R.O., Mulher C., Hassig M., Rusch P. Immunoglobulin concentration in colostrum and serum of lamb of dairy sheep breeds. Vet Rec 1994, 135:16-17.

Wohlt J.E., Kleyn D.H., Vandernoot G.W., Selfridge D.J., Novotney C.A. Effect of stage of lactation, age of ewe, sibling status, and sex of lamb on gross and minor constituents of Dorset ewe milk. J Dairy Sci 1981, 64:2175-2184.

Yilmaz Ö., Kasikci G. Review Article: Factors affecting colostrum quality of ewes and immunostimulation. Turk J Vet Anim Sci 2013, 37:390-394.